

| 本书为国家自然科学基金项目 (30571477) 研究专著 |

Biochemical activity variation and control
mechanism of soil of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam.

山杏土壤生物化学 活性变化与调控机理

杨承栋◎著

黄汝多 焦如珍 傅德贤 崔旭东 董玉红 孙启武◎参著



科学出版社

山杏土壤生物化学活性变化 与调控机理

Biochemical activity variation and control mechanism
of soil of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam.

杨承栋 著

黄汝多 焦如珍 傅德贤 崔旭东 董玉红 孙启武 参著

本书为国家自然科学基金项目(30571477)研究专著
National Natural Science Foundation of China

科学出版社

北 京

内 容 简 介

这是一本首次系统地论述山杏[*Armeniaca sibirica* (L.) Lam.]林生长、育苗过程中土壤性质变化,特别是土壤生物化学活性变化及其调控技术途径与机理、有关森林土壤生物化学领域的学术专著。全书共分为三篇十一章四十五节,论述山杏在国民经济建设和生态环境建设中的重要意义,山杏的生物学特性及其生长的土壤立地条件,山杏育苗过程中土壤化学性质变化、土壤微生物区系和属种变化、土壤及植株中生物化学活性物质含量变化与调控技术途径和机理。为合理经营、培育山杏苗,防治重茬培育山杏苗难以成活,维护和恢复土壤功能,实现可持续经营,提供了有价值的经营技术途径和适用技术,并阐明了作用机理。

本书可供森林土壤、森林培育、树木生理生化、森林生态和水土保持等学科的科研人员、高等学校有关专业师生及在林业生产第一线工作的技术人员等参考。

图书在版编目(CIP)数据

山杏土壤生物化学活性变化与调控机理/杨承栋等著. —北京:科学出版社,2014

ISBN 978-7-03-041840-1

I. ①山… II. ①杨… III. ①杏属-土壤生物学-生物化学-研究 IV. ①S154

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 202461 号

责任编辑:马 俊 孙 青 / 责任校对:鲁 素

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:北京铭轩堂广设计有限公司

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>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 9 月第一次印刷 印张:21 3/4 插页:3

字数:521 000

定价:168.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

作者简介



杨承栋,男,1941年1月出生于安徽省巢湖市。森林土壤学家、中共党员、研究员、博士生导师,获国务院政府特殊津贴、北京林业大学兼职教授、入选《中国科学技术专家传略·农学编·土壤卷3》。长期致力于我国人工林主要造林树种土壤质量演化与调控综合技术途径、适用技术及其作用机理研究,对不同森林植被带天然林土壤有机物组成、结构和性质变化有较深入研究。提出了森林土壤功能与其组成、结构、性质变化一致性的创新理论,取得了系列研究成果。

1963年毕业于安徽大学生物系生物化学专业,1982年作为中国林业科学研究院首届毕业研究生毕业于森林土壤专业,同年留院工作于林业研究所森林土壤研究室,1993~2007年任该研究室主任。1988年获国家公派,以高级访问学者身份,被派往原苏联,在原列宁格勒林学院和莫斯科大学土壤系进修一年,1998年再次获国家公派,以高级访问学者身份,前往俄罗斯圣彼得堡大学生物土壤系和全俄罗斯农业微生物研究所进修,为期3个月。任中国土壤学会第八届、第九届和第十届森林土壤专业委员会主任,同期任中国林学会森林土壤专业委员会主任,任中国土壤学会第八届理事会理事、中国土壤学会第九届和第十届理事会理事、常务理事,任中国林学会第九届和第十届理事会理事。任北京市土壤学会第七届、第八届和第九届理事会理事,任核心期刊《林业科学》、《林业科学研究》和《土壤通报》编委,目前仍任《林业科学》和《林业科学研究》编委。先后主持“八五”、“九五”国家攻关专题,“十五”、“十一五”国家攻关子专题,国家自然科学基金项目,主持中国、英国合作项目及“948”项目等,参加多项国家级和省部级重点项目。获国家级及部级科技成果8项,获中国土壤学会科学技术奖二等奖一项(主持人),获国家林业局科技进步奖三等奖两项(其中一项为主持人),获中国林业科学研究院科技奖一项(主持人)。以第一发明人身份获8项国家发明专利。在国内外以第一作者发表学术论文34篇,其中大部分在核心期刊发表,发表著作2部,编著2部,参与编著7部,主审专著1部,发表英译汉论文约4.5万字。培养硕士研究生2名,培养博士研究生3名。

序

山杏系落叶亚乔木,分布在我国青海、内蒙古、黑龙江、辽宁、河北、山西、陕西、甘肃等地,俄罗斯、蒙古也有分布。是我国北方干旱、半干旱地区主要的荒山绿化先锋造林树种,也是我国北方干旱丘陵区域特有资源的经济林树种,具有“铁杆庄稼”和“摇钱树”之称,仅我国“三北”地区山杏资源就达近 200 万 hm^2 。可见山杏的生物学特性,使得该树种在我国“三北”地区生态环境建设之中,绿化荒山荒地、改造退化地、退耕还林以及在丘陵山地植树造林等工程中,发挥着重要作用。因此,每年需要大量的山杏苗木用于造林绿化生态工程中去。然而山杏重茬育苗难以成活的难题,以及山杏的生长发育与立地土壤营养供应、土壤微生物种群变化和土壤功能的维护与恢复,长期以来,严重地困扰和束缚着山杏生态林业和产业的可持续性发展。这里面包含着重要的应用技术的创新问题,也包含着重要基础理论问题的揭示,著者获得了国家自然科学基金项目的资助,通过多年调查分析和定位研究,解决了山杏重茬培育难以成活的难题,并阐明了土壤与山杏、山杏与其他树种相互作用的机理,形成了本专著的研究成果。

这是一部首次系统地论述山杏林生长及育苗过程中土壤性质变化、特别是土壤生物化学活性变化,及其调控技术途径与作用机理、有关森林土壤生物化学领域的学术专著。该著作的出版,为山杏育苗,科学经营山杏人工林、维护和恢复山杏土壤功能,实现可持续经营,提供了有价值的适用技术;其研究思路、技术路线和实验设计方法等对于相关研究皆具有指导和参考价值;他系统地阐明了山杏人工林发育过程中土壤质量演化过程,是一部跨越土壤学、森林培育学、树木生理学及森林生态学的基础理论探索,对其他树种人工林合理经营,维护和恢复土壤功能,也具有一定的帮助和借鉴价值的学术著作。

我愿意推荐此专著,以飨读者。在专著即将面世之际,我谨向著者表示衷心祝贺,希望这部著作作为我国林业现代化建设和森林土壤学科发展做出应有的贡献。



中国工程院院士

2014 年 8 月 6 日

前 言

这是首部较系统地论述山杏林生长及育苗过程中土壤性质变化、特别是土壤生物化学活性变化,及其调控技术途径与作用机理、有关森林土壤生物化学领域学术专著。山杏 [*Armeniaca sibirica* (L.) Lam] 是我国北方干旱、半干旱地区主要造林落叶亚乔木树种,也是我国北方干旱区域、丘陵地区特有资源的经济林树种。山杏的生物学特性,使得该树种在我国“三北”地区生态环境建设之中,在绿化荒山荒地、改造退化地、退耕还林以及在丘陵山地植树造林工程中,起着举足轻重的作用,每年需要大量的山杏苗木用于造林绿化。然而山杏重茬育苗难以成活的现象,长期以来,严重地威胁着我们对有限可耕林地的可持续性经营,为解决山杏重茬育苗难以成活这个林业生产中的实际问题,著者有幸获得国家自然科学基金资助,通过三年的刻苦攻关,解决了山杏重茬培育难以成活的难题。山杏重茬育苗难以成活,其实质问题是土壤性质发生恶化、土壤质量发生了严重退化,本著作首次较系统地从事土壤性质、特别是从土壤生物化学性质变化等领域,阐明山杏重茬育苗难以成活及其防治技术途径与适用技术措施,并阐明其作用的机理,是一部原创性的学术专著。

全书共分三篇十一章四十五节,分别论述山杏在我国“三北”地区生态环境建设中的重要意义、试验设计、山杏的生物学特性、山杏生长的土壤条件,详细论述山杏林生长及育苗过程中土壤化学性质变化、土壤微生物区系变化,并以大量篇幅论述山杏育苗过程中土壤生物化学活性物质含量变化,其中包括多种糖类物质含量变化、游离氨基酸含量变化、酸解氨基酸含量及碱解氨基酸-色氨酸含量变化、根系和叶片中蛋白质含量变化、核酸含量变化和不同种类酶活性变化,系统地揭示山杏育苗过程中土壤功能退化的机理,与此同时,论述培育山杏与柠条锦鸡儿 (*Caragana korshinskii* Kom) 混交苗,可有效地防治重茬山杏育苗难以成活的技术途径和方法,并阐明其作用的原因机理。防治山杏重茬育苗难以成活的方法获国家发明专利(专利号:201010267735.2)。

希望本书的出版,能对山杏育苗工作者及山杏培育工作者有所助益,也希望能对广大森林土壤工作者,在开展人工林土壤质量退化及其防治技术途径与作用机理的研究中,能从本书的研究思路、研究方法和研究结果中,获得一些启示,拓宽研究思路,如果能够如此,著者将感到莫大的欣慰。

本书每一章、节都附有试验设计、研究方法和研究样地的翔实调查数据及样品分析的测定数据。这也是本书有别于其他著作的特有之处。

本书承蒙我国著名林学家、著名树木生理学家、中国工程院院士尹伟伦教授在百忙之中拨冗赐序,在本书出版之际,谨向尹伟伦院士表示衷心感谢。

鉴于著者知识领域有限、研究水平也有限,在研究方法和理论阐述中,存在问题将是在所难免,恳请广大读者批评指正。

杨承栋

2014年6月

目 录

序

前言

绪论..... 1

第一篇 山杏生物学特性、不同林分的林木生长 及其与土壤立地条件关系

第一章 山杏的生物学特性、生长立地条件与土壤性质变化	5
第一节 山杏生物学特性与生长立地条件.....	5
第二节 天然山杏林生长与土壤性质变化.....	5
第二章 山杏人工林不同发育阶段土壤性质变化.....	8
第一节 山杏幼龄林生长与土壤性质变化.....	8
第二节 山杏中龄林生长与土壤性质变化.....	9
第三节 山杏成龄林生长与土壤性质变化	11
第四节 不同发育阶段山杏人工林和天然林对土壤有机养分、无机养分含量 变化的影响	13
第五节 山杏人工林和天然林土壤中养分含量变化趋势	14

第二篇 不同育苗处理样地苗木的培育与观测

第三章 研究的技术路线及试验设计	21
第一节 技术路线	21
第二节 不同育苗处理样地的试验设计	22
第四章 培育与观测不同育苗处理样地的苗木	24
第一节 头茬山杏苗、赤峰杨苗及山杏与柠条锦鸡儿混交苗的培育与观测.....	24
第二节 培育重茬赤峰杨、重茬山杏苗及前茬为山杏与柠条锦鸡儿混交苗、 轮茬为山杏苗	44
第三节 不同试验处理区设置的列区试验苗木生长的状况	71

第三篇 不同育苗处理对土壤化学性质及生物学活性的 影响与调控机理

第五章 不同育苗处理对土壤化学性质的影响.....	137
第一节 山杏育苗地的前茬甜菜地土壤化学性质.....	137
第二节 不同育苗处理的头茬育苗对土壤化学性质的影响.....	139

第三节	重茬或轮茬不同育苗处理对土壤化学性质的影响·····	143
第四节	不同育苗处理对土壤化学性质变化影响的趋势·····	147
第六章	不同育苗处理对土壤微生物区系的影响·····	154
第一节	不同育苗处理头茬样地苗木生长对根际和非根际土壤微生物数量的影响·····	154
第二节	不同树种育苗处理头茬样地苗木生长对土壤微生物属种分布的影响·····	157
第三节	重茬山杏、重茬赤峰杨苗及前茬为混交苗、后轮茬山杏苗的根际与非根际土壤微生物区系·····	159
第四节	不同前茬及不同树种育苗处理样地土壤中微生物区系·····	163
第五节	山杏人工林和天然生长的山杏林的土壤微生物区系分析·····	167
第七章	不同育苗处理样地中苗木根系 RNA 和 DNA 含量·····	170
第八章	不同育苗处理对土壤中戊糖和己糖含量的影响·····	173
第一节	土壤戊糖测定的方法与含量·····	174
第二节	不同树种不同茬育苗处理对土壤戊糖含量的影响·····	175
第三节	不同树种育苗处理样地苗木的根际和非根际土壤中戊糖含量变化趋势·····	180
第四节	不同树种育苗处理对根际和非根际土壤中己糖含量的影响·····	181
第五节	不同树种育苗处理样地苗木的根际和非根际样地土壤中己糖含量变化·····	182
第六节	不同育苗处理样地中苗木的根际与非根际土壤己糖含量变化趋势·····	187
第七节	头茬、重茬山杏苗及头茬、重茬赤峰杨苗的根际和非根际 0.25mm 粒径土壤戊糖、己糖含量变化·····	189
第八节	不同育苗处理样地中苗木的根际与非根际土壤中戊糖、己糖含量变化及其影响苗木生长的机理分析·····	191
第九章	不同育苗处理对苗木叶片和根系中蛋白质含量的影响及其与苗木生长关系·····	194
第十章	不同育苗处理样地的苗木生长过程中土壤氨基酸种类和含量变化及其与苗木生长量的关系·····	199
第一节	土壤氨基酸分析方法·····	200
第二节	不同树种育苗处理样地中苗木的土壤氨基酸种类变化趋势·····	201
第三节	不同树种育苗处理样地苗木的根际与非根际土壤中不同种游离氨基酸含量·····	203
第四节	不同树种育苗处理样地的土壤中不同种游离氨基酸含量的变化特征·····	207
第五节	不同种游离氨基酸在不同育苗处理样地苗木的土壤中含量变化趋势及其与苗木生长量变化的关系·····	208
第六节	不同树种不同茬育苗处理样地土壤中酸解氨基酸的种类与含量·····	238

第七节	不同树种不同茬育苗处理样地的土壤中氨基酸的种类与含量变化特征及其影响苗木生长的作用机理·····	245
第八节	不同树种育苗处理头茬样地苗木的根际和非根际土壤中酸解氨基酸种类、含量及其与土壤粒径大小的关系·····	248
第九节	不同树种不同茬育苗处理样地苗木的非根际土壤中酸解氨基酸的主要种类及其含量变化与影响苗木生长的作用机理探讨·····	251
第十节	酸解氨基酸的不同种类在不同树种不同茬育苗处理样地中含量变化趋势及其与苗木生长量变化的关系·····	253
第十一节	不同树种不同茬育苗处理样地土壤碱解氨基酸-色氨酸含量的研究意义及其提取与检测·····	291
第十二节	不同树种不同茬育苗处理样地土壤中碱解氨基酸-色氨酸含量的测定结果·····	294
第十三节	不同树种不同茬育苗处理样地土壤色氨酸含量变化趋势及其与苗木生长量变化的关系·····	295
第十一章	不同前茬及不同树种育苗处理样地苗木叶片和根系中相关酶类的酶活变化与苗木生长的关系·····	299
第一节	试验设计和试验样品的采集·····	300
第二节	根系和叶样品的前处理及酶的提取与相关酶活力测定·····	300
第三节	不同前茬及不同树种育苗处理样地苗木的叶片和根系中相关酶活力变化及其与苗木生长的关系·····	302
主要参考文献·····		328
后记·····		330
致谢·····		331
彩图		

Contents

Forword

Preface

Introduction Significance of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. in national economy and
ecological environment construction 1

Part One Biological characteristics of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. , different stand growths and its relationship with the soil site conditions

Chapters 1 Biological characteristics of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. , site conditions
for the growth and changes in soil properties 5

Section 1 Biological characteristics of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. and site
conditions of growth 5

Section 2 Natural forest growth of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. and changes
in soil properties 5

Chapters 2 Changes in soil properties of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. plantations
at different developmental stages 8

Section 1 Juvenile forest growth of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. and
changes in soil properties 8

Section 2 middle-aged plantation growth of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam.
and changes in soil properties 9

Section 3 Mature plantation growth of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam. and
changes in soil properties 11

Section 4 The change trend of nutrients of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam.
plantations at different developmental stages 13

Section 5 The change trend of soil nutrients of *Armeniaca sibirica* (L.) Lam.
..... 14

Part Two The seedling cultivation by different treatment to the different kind of the tree nurseries and and the observation of seedling growth

Chapters 3 Technical route and experimental design of different treatments 21

Section 1 Technical route 21

Section 2 Experimental design of different treatments to the different kind
of the tree nurseries 22

Chapters 4	Cultivation and observation of seedlings of different treatments to the different kind of the trees nurseries	24
Section 1	Cultivation and observation of seedlings of first rotation of <i>Armeniaca sibirica</i> (L.) Lam. <i>Populus xiazhuanica</i> cv. 'chifengensis' and <i>Armeniaca sibirica</i> mixed with <i>Caragana korshinskii</i>	24
Section 2	Cultivation and observation of seedlings of second rotation of <i>Armeniaca sibirica</i> (L.) Lam., <i>Populus xiazhuanica</i> cv. 'chifengensis' and <i>Armeniaca sibirica</i> in site of previous vegetation of <i>Armeniaca sibirica</i> (L.) Lam. with <i>Caragana korshinskii</i> Kom in different treatments to the different kind of tree nurseries	44
Section 3	Seedling cultivation in subplot of different treatments and the observation of seedling growth	71

Part Three The impact on soil chemical properties, microflora and biochemical activity by different treatments to the different kind of tree nurseries and its regulation mechanism

Chapters 5	The soil chemical property change by different treatments to the different kind of tree nurseries	137
Section 1	The soil chemical property change of the plot planned to grow <i>Armeniaca sibirica</i> (L.) Lam. after the previous rotation of <i>Beta vulgaris</i> L.	137
Section 2	Soil chemical property change of the first rotation after the end of the growing season by different treatments to the different kind of the tree nurseries	139
Section 3	The soil chemical property change of second rotation of seedling cultivation by different treatments to the different kind of the tree nurseries	143
Section 4	The change trend of the soil chemical properties by different treatments to the different kind of trees nurseries	147
Chapters 6	The soil microflora change by different treatments to the different kind of trees nurseries	154
Section 1	The analysis of soil microflora of first rotation by different treatments to the different kind of trees nurseries	154
Section 2	The relationship of soil microbial species change with seedling growth at first rotation by different treatments to the different kind of trees nurseries	157
Section 3	The analysis of soil microflora in rhizosphere and non-rhizosphere	

	at different growing times of the second rotation of <i>Armeniaca sibirica</i> (L.)Lam. , <i>Populus xiazhuanica</i> cv. ‘Chifengensis’ and <i>Armeniaca sibirica</i> in site of previous vegetation of <i>Armeniaca sibirica</i> with <i>Caragana korshinskii</i> Kom in different treatments to the different kind of tree nurseries	159
Section 4	Different previous vegetation impact on the soil microflora change by different treatments to the different kind of trees nurseries	163
Section 5	The soil microflora of <i>Armeniaca sibirica</i> (L.)Lam. plantations and natural forest	167
Chapters 7	The contents of roots RNA and DNA of nursery stock change by different treatments to the different kind of trees nurseries	170
Chapters 8	The contents change of pentose and hexose in rhizosphere and non-rhizosphere soil by different treatments to the different kind of tree nurseries	173
Section 1	Method for determination of the amount of soil pentose	174
Section 2	The content change of the pentose in soil rhizosphere and non-rhizosphere at different growing times of the first rotation and the second rotation by different treatments to the different kind of tree nurseries	175
Section 3	The change trend of the content of the soil pentose in rhizosphere and non-rhizosphere at different growing times of the first rotation and the second rotation by different treatments to the different kind of trees nurseries and its relationship with the growth of seedlings	180
Section 4	Method for determination of the amount of soil hexose	181
Section 5	The content change of the soil hexose in rhizosphere and non-rhizosphere by different treatments to the different kind of tree nurseries	182
Section 6	The change tendency for the content of the soil hexose in rhizosphere and non-rhizosphere by different treatments to the different kind of tree nurseries and its relationship with the growth of seedlings	187
Section 7	The content change of soil pentose and hexose in rhizosphere and non-rhizosphere for the trees of <i>Armeniaca sibirica</i> and <i>Populus xiazhuanica</i> cv. ‘Chifengensis’ of first rotation and second rotation	189
Section 8	The content change of soil pentose and hexose in rhizosphere and non-rhizosphere with the different kind of trees with the different	

	treatments to the different kind of tree nurseries and the analysis of the mechanism of its impact on the growth of seedlings	191
Chapters 9	The content change of proteins of leaves and roots by different treatments to the different kind of tree nurseries and its relationship with the growth of seedlings	194
Chapters 10	The content change of soil amino acids in different treatments of the different kind of tree nurseries	199
Section 1	The method for determination of the soil amino acids	200
Section 2	The change trend for species of the various amino acids by different treatments in soil to the different kind of the tree nurseries	201
Section 3	The contents of the various free amino acids in soil by different treatments to the different kind of tree nurseries	203
Section 4	The characteristics of the content change of various free amino acids in soil by different treatments to the different kind of tree nurseries	207
Section 5	The change trend for the content of the various soil free amino acids by different treatments to the different kind of tree nurseries and its relationship with the growth of seedlings	208
Section 6	The species and content of the various acidolysis amino acids by the different treatments to the different kind of tree nurseries	238
Section 7	The characteristics of the content change of the various acidolysis amino acids in soil by different treatments to different nurseries	245
Section 8	The content and species of various acidolysis amino acids in soil and their relationship with the size of soil grains	248
Section 9	The content change of the main acidolysis amino acids in the soil and its mechanisms for the impact on the growth of seedlings	251
Section 10	The change trend for the contents of the various acidolysis amino acids with the different treatments to various kind trees and its relationship with the growth of seedlings	253
Section 11	Investigation of the role of the soil tryptophan, its extraction and determination in the different treatment nurseries	291
Section 12	The determined results of the soil tryptophan content in the different treatment nurseries	294
Section 13	The change trend for the content of the soil tryptophan by different treatments to the different kind of trees nurseries and its relationship with the seedling growth	295

Chapters 11	The enzyme activity change of leaves and roots by different treatments to the different tree nurseries and its relationship with seedling growth	
		299
Section 1	Experimental design and the collection of the test samples	300
Section 2	The pre-treatment and extraction and determination of the enzyme solution of the root and leaf samples	300
Section 3	The enzyme activity change of leaves and roots by different treatments to the different tree nurseries and its relationship with seedling growth	302
References		328
Postscript		330
Acknowledgement		331
Plates		

绪 论

山杏 [*Armeniaca sibirica* (L.) Lam] 是我国北方干旱、半干旱地区主要造林落叶亚乔木树种,也是我国北方干旱区域、丘陵地区特有的资源经济林树种,具有“铁杆庄稼”和“摇钱树”之称。分布在我国青海、内蒙古、黑龙江、辽宁、河北、山西、陕西、甘肃等地,是内蒙古、西北、华北山区及河套地区主要造林树种,我国“三北”地区山杏资源近 200 万 hm^2 。俄罗斯、蒙古国也有分布。该树种喜光,耐干旱瘠薄、耐寒性能强,并具有一定程度的耐盐碱等生物学特性,还具有可观的经济效益。按中等立地条件的土壤来衡量,每亩^①山杏每年出售杏仁可获经济效益 200 元。在我国干旱、半干旱地区,因受气候条件限制,年降水量较少,与此同时,土壤不同程度盐碱化的区域分布面积较广,这使得这些地区可以选择的造林树种受到一定的限制,具有经济效益的适生树种就更难选择。山杏的生物学特性,使得该树种在我国“三北”地区生态环境建设之中,在绿化荒山荒地、改造退化地、退耕还林以及在丘陵山地植树造林工程中,起着举足轻重的作用,我国中西部地区每年需要培育大量山杏苗木供春季造林季节栽植,仅内蒙古赤峰市敖汉旗,每年需要的山杏苗就达到 60 万~80 万株。然而目前摆在林业工作者面前一个十分棘手的问题是山杏重茬育苗不能成活,也许是由于山杏特有的生物学特性对土壤性质产生了特有的影响,致使那些凡是已经培育过山杏苗的苗圃地,第二年不能再用来重茬培育山杏苗,如果重茬育苗,当重茬山杏苗木生长达到高 15~30cm 时,幼苗叶色发黄、根发黑,逐渐成片死亡,死亡率达到 95% 以上,即使是幸存下来的少数苗,长势也较差,远达不到正常苗木质量等级标准。更为麻烦的是,已经培育过山杏苗的土地,不仅仅是第二年不能再用来培育山杏苗,第三年、第四年乃至十年之后,仍然不能再用来重新培育山杏苗。著者在内蒙古赤峰市翁牛特旗调查研究中发现,经过 12 年的轮茬,再育山杏苗,苗木仍然不能成活。著者在赤峰市敖汉旗新惠林场调查时,得知该林场拥有 20 多万亩林地,其中相当大的面积属于荒山、荒地或采伐迹地,有待造林更新,每年需要大量的山杏幼苗,然而该林场现有的几百亩苗圃地,已经不能再用来培育山杏苗了,原因是该林场苗圃地,均已育过山杏苗,如此情况,迫使林场不得不从农民那里租地育苗,这不仅给林场在经营管理方面带来不便,也给林场的经济效益带来损失。不仅如此,轮茬其他作物,生长量也明显低于相似立地条件和未育过山杏苗土壤上的生长量。目前值得林业科技工作者、特别是森林土壤工作者深思的问题是:为什么重茬培育山杏苗有别于其他树种育苗,其他造林树种虽然存在重茬育苗长势较差现象,但不存在不能成活的问题,况且通过施肥或轮茬,长势差的问题就能得到解决,唯独山杏,重茬育苗时,即使是通过施肥或换茬,重茬育苗还是死亡,更为严重的是,问题不仅是重茬育苗不能成活,即便是重茬更新,即连栽山杏也不能成活,就连在山杏林冠下栽山杏也不能成活。如此严重影响“三北”地区林业生产的实际问题,至今报道的论著甚少。

^① 1 亩 $\approx 667\text{m}^2$,下同。

当今世界范围内为了满足人口不断增长,工业迅速发展对木材需求量日益增加的需要,人工林面积在逐渐扩大,我国是世界上人工林面积最大的国家,占世界上人工林面积的三分之一以上,由于人类不合理的利用土壤资源,地力衰退现象颇为严重,林木生长量大幅度下降,然而截至目前,尚未发现像山杏这样的树种,重茬育苗不能成活,尤为奇怪的是,即使通过轮茬,也不能再用来培育山杏苗了,如此情况,不仅在国内属于罕见,在国际上也未见到类似的报道,为了揭示重茬山杏育苗不能成活、土壤性质发生恶化的原因,解决我国“三北”地区林业生产中的理论问题和实际问题,著者有幸获得国家自然科学基金资助,开展了这方面的固定样地(定位研究)和临时样地调查研究。

著者依据多年来从事我国杉木、桉树、赤峰杨(*Populus xiazhuanica* W. Y. Hsuet Liang cv. ‘Chifengensis’)、马尾松、落叶松等树种人工林土壤质量退化研究工作经验(杨承栋等,2009),认为重茬山杏育苗不能成活的关键问题,很可能在山杏根系-根际土壤-土壤微生物-土壤生物化学活性物质之间发生了特有的相互作用,使根际土壤性质发生了变化,微生物属、种发生了变化(杨承栋和焦如珍,1999),导致山杏根系代谢活动中关键性生物化学活性物质种类和含量发生变化,致使根系正常代谢活动受阻,进一步影响到山杏苗的正常生长,最终导致重茬培育山杏苗不能成活(杨承栋等,2009; 杨承栋等,1996; 俞新妥,1989; 张宪武,1980)。

著者历时三年,通过对不同茬、不同发育时期山杏幼苗根际土壤性质研究,其中包括土壤 pH 变化、土壤中大量元素和微量元素含量变化、土壤中微生物属种及数量变化研究;山杏代谢活动中关键性生物化学活性物质种类和含量变化研究,其中包括蛋白质含量变化、DNA 和 RNA 含量变化、转移酶活性变化、氧化还原酶活性变化和水解酶活性变化、土壤中多种糖类物质含量变化、土壤中氨基酸种类和含量变化研究,较系统地揭示了重茬育苗土壤性质恶化影响山杏幼苗正常生长的原因机理,找出重茬山杏育苗难以成活可能与土壤中三大类微生物数量变化、微生物属种变化有关;与土壤中微量元素含量大幅度下降有关;与山杏苗根际土壤中戊糖含量不足、进而影响到山杏植物体内的非常重要的生命物质核酸的代谢与合成有关;与山杏根系土壤中己糖含量不足、进而要影响到山杏植物体内糖代谢、进一步影响到三羧酸循环的正常进行有关;与土壤中氨基酸种类减少、含量下降密切相关;与山杏根系和叶片中蛋白质含量较低有关;与山杏根系中转移酶类、水解酶类和氧化还原酶类活性较低等密切相关。

与此同时,通过试验,发现培育山杏与柠条锦鸡儿(*Caragana korshinskii* Kom)混交苗,可解决山杏重茬育苗难以成活这个困扰山杏栽培和经营中的难题,并阐明其作用机理。该研究结果为持续地培育符合苗木质量标准的山杏苗,维护土壤功能,实现可持续经营,提供了可靠的科学数据、科学依据和有价值的经营技术措施。

本著作的发表,对我国北方地区、特别是干旱和半干旱地区山杏育苗和山杏经营,均具有重要的理论价值和应用价值,对研究其他造林树种人工林土壤质量退化过程及其防治技术途径与原因机理,也同样具有重要的理论价值和应用价值,著者将在本书的各章节中,分别论述。

第一篇
山杏生物学特性、不同林分的林木生长
及其与土壤立地条件关系