



临沂大学博士教授文库
LINYIDAXUE BOSHI JIAOSHOU WENKU

生物覆盖效应、 机理和应用 ——以贵州山地为例

SHENGWU FUGAI XIAOYING JILI HE YINGYONG
YI GUIZHOU SHANDI WEILI

谢宝东 著

山东人民出版社

全国百佳图书出版单位 国家一级出版社



临沂大学博士教授文库
LINYIDAXUE BOSHI JIAOSHOU WENKU

生物覆盖效应、 机理和应用

—— 以贵州山地为例

谢宝东 著

山东人民出版社

全国百佳图书出版单位 国家一级出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物覆盖效应、机理和应用:以贵州山地为例/谢宝东著. —济南:山东人民出版社,2015.4

ISBN 978-7-209-08903-6

I. ①生… II. ①谢… III. ①山地-杨树-覆盖物-研究-贵州省 IV. ①S792.110.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第065246号

责任编辑:马洁

生物覆盖效应、机理和应用:以贵州山地为例
谢宝东 著

山东出版传媒股份有限公司

山东人民出版社出版发行

社址:济南市经九路胜利大街39号 邮编:250001

网址:<http://www.sd-book.com.cn>

发行部:(0531)82098027 82098028

新华书店经销

山东省东营市新华印刷厂印装

规格 16开(169mm×239mm)

印张 13

字数 200千字

版次 2015年4月第1版

印次 2015年4月第1次

ISBN 978-7-209-08903-6

定价 35.00元

如有质量问题,请与印刷厂调换。电话:(0546)6441693

引言

随着人口的增长和社会经济的发展,人类对天然林的掠夺式利用已使地球 80% 的原始森林消失。我国每年的木材消耗量约为 2.26 亿 m^3 , 远不能满足经济发展的需求, 但天然林资源有限, 加上自 1998 年实施天然林保护工程, 木材生产只能依靠人工林。目前, 在生产上杨树已普遍实行短轮伐期经营, 这为造纸、建筑等行业提供了大量的工业用材, 对国民经济的发展发挥了重要的作用 (王豁然, 2000; 方升佐等, 2004)。

杨属植物有 100 多个种, 分属于 5 个派。生产上价值较高的有青杨派、白杨派和黑杨派的部分种及杂交种, 大面积推广的主要是黑杨派及杂交种。杨树属速生树种, 对于光照、温度和土壤水分、养分有很高的要求。由于经济和生态效益的需要, 杨树人工林多栽植于河滩、平原地区, 在山区多栽植于山谷和山脚下土壤肥沃地带, 少有在山坡上栽植的。为了扩大杨树的栽培面积, 提高经济和生态效益, 选择适宜的山坡地段进行生长和养分关系的研究有着重要的意义。尤其在在我国南方多山地区, 应该抓住以实现木材生产由采伐天然林为主向经营利用人工林方向转变的机遇, 充分利用我国南方优越的水热条件大力发展杨树人工林生产基地, 重新构建符合南方生态环境条件的新型木材工业体系。

贵州省地处低纬高原山区, 南邻广西丘陵, 北为四川盆地和秦岭、大巴山, 境内西高东低, 山峦重叠, 丘陵起伏, 影响着热、水、光资源的再分配。贵州处于东亚季风区域, 受西风带环流系统和副热带环流系统的影响, 又是南北气流交汇比较频繁、剧烈的地区 (吴俊铭, 2000)。上述气候特征对生态环境建设和治理, 既有许多优势, 也存在着某些不利的因素。以松桃县为例, 冬季最冷月 1 月的平均气温, 大部分地区在 $4 \sim 10^\circ\text{C}$ 。夏季

最热月7月的平均气温，大部分地区在22~26℃之间，且很少出现日最高气温>35℃的酷热天气。受季风的影响，常年雨量超过1100mm，个别年份曾有2341.7mm的记录。4月上旬到5月上旬，雨季自东向西陆续到来，6、7两个月达到全年最高值。此时正值全年高温多光照时期，这种光、热、水的同步增长，具有丰收型气候的特征。

尽管贵州省的年降水量丰富，实际情况是农业供水紧缺，干旱成为农业发展的主要问题。原因是降水的利用率低，分布不均匀，且流失严重。主要表现在：降水有54%形成地表径流，直接由地表流失；森林草地植被稀疏，毁林、毁草开荒，乱砍滥伐森林导致水土流失严重（丁贵杰，2002）。据调查，喀斯特地貌占全省面积的73%，且地形破碎，山高坡陡，土层薄，土被多不连续，地表渗漏强，现实生产力低，生态环境稳定性差，敏感性强，环境容量小，土地人口承载力低，极易产生水土流失形成石漠化，抗灾承灾能力弱，植被遭受破坏难于恢复等，这一系列不利于生态环境改善和农业持续发展的脆弱性特征，使其成为世界上生态最脆弱的地区之一。

自20世纪70年代，贵州省部分市县已零星开始栽植杨树，主要是四旁绿化和在地势较平坦的地方种植，没有形成规模，面积小，但目前已在局部地区的生产实践中出现了杨树生长不良的问题。随着国家天保工程和退耕还林政策的实施以及木材供需出现的紧张矛盾，贵州、湖南、重庆等省（市）开始在山地上大面积种植杨树人工林。如何使这些山地杨树人工林发挥出最大的经济、生态和社会效益是目前生产中亟待解决的问题，否则就会产生较大的负面效应。为此，2002年贵州省林业厅林业技术推广总站和南京林业大学开始合作，就提高山地杨树人工林的生态经济效益问题进行研究和探讨，并于2003年在贵州省松桃县建立了杨树人工林研究基地。

人工造林是经济和生态上有所回报的可持续土地利用方式，立地条件差是限制山地杨树人工林发展的主要因子，如不增加投入来加强土地的营养管理就不可能实现和维持人工林的最大生产力。同农业经营一样，人工林最大生产力的实现取决于遗传材料、立地环境、栽培措施的合理运用及

三者的相互作用。在种植材料确定以后，山地杨树人工林的土壤管理是其生产力高低、生态效益和经济效益大小的关键因素。

本研究以贵州省松桃县杨树人工林基地作为研究对象，以当地的气候和土壤特征作为背景材料，运用现代林学和生态学原理、人与环境相互作用的思想，重点以生物覆盖对土壤物理和化学性质的影响作为切入点，来探讨贵州喀斯特山地杨树人工林的养分动态和分配规律，以期达到提高林木生长量、改善生态环境、增加经济效益的目的，同时为南方山地营造杨树人工林提供理论上的可行性分析。

多年来，贵州省在大田作物栽培和山地果园土壤管理中应用生物覆盖技术已取得很好的效果，总结其相关操作技术规程，分析其生态和经济效益，指出其存在的优缺点和注意事项，汇总成附录，以备应用生物覆盖技术时供参考。

目 录

引 言	1
第一章 生物覆盖的研究现状和进展	1
1 生物覆盖的概念、历史和发展	1
2 生物覆盖对有机质、pH 和氮、磷、钾的影响	3
2.1 生物覆盖对土壤有机质含量的影响	3
2.2 生物覆盖对土壤中 N、P、K 含量的影响	4
2.3 生物覆盖对土壤 pH 的影响	5
3 生物覆盖对土壤水分、温度和通气状况的影响	5
3.1 生物覆盖对土壤水分的影响	5
3.2 生物覆盖对土壤温度的影响	6
3.3 生物覆盖对土壤通气状况的影响	7
4 生物覆盖对土壤微生物及酶活性的影响	8
4.1 生物覆盖对土壤微生物的影响	8
4.2 生物覆盖对土壤酶活性的影响	8
第二章 试验设计与技术路线	10
1 试验地概况和生物覆盖材料	10
1.1 试验地概况	10
1.2 生物覆盖材料	10
2 试验设计	11
2.1 覆盖材料分解试验设计	11
2.2 生物覆盖（覆盖量和覆盖植物种类）试验设计	11

2.3	土壤氮素的矿化试验设计	11
3	技术路线	12
4	主要研究内容	13
4.1	山地覆盖植被的分解特征与养分释放规律	13
4.2	山地生物覆盖后土壤各组成成分的时空变化	13
4.3	山地生物覆盖对杨树生长的影响	14
第三章 生物覆盖植物的自然分解及动态变化		15
1	试验材料与方法	15
1.1	试验地概况和试验材料	15
1.2	试验设计	15
1.3	植物养分含量测定	15
1.4	覆盖植物分解速率和失重速率的计算	16
2	结果与分析	16
2.1	覆盖植物的含水量和养分元素比较	16
2.2	覆盖植物的自然分解及动态变化	17
2.3	覆盖植物的自然分解阶段和半衰期分析	18
2.4	覆盖植物分解后残留量养分含量变化动态	19
2.5	覆盖植物分解后氮、磷、钾养分残留总量的变化动态	21
3	结论与讨论	24
3.1	生物覆盖后土壤的物理化学性质和林木植物的生长之所以发生 变化，与生物覆盖物自身分解的状况有一定的关系	24
3.2	覆盖植物的分解状况受自身质量和环境因素的影响	25
第四章 生物覆盖对土壤温度、水分和容重的影响		27
1	试验材料与方法	27
1.1	试验地概况和试验材料	27
1.2	试验设计	27
1.3	测定指标和方法	27
2	结果与分析	28

2.1	生物覆盖对土壤温度动态及稳定性的影响	28
2.2	生物覆盖对土壤含水量动态及稳定性的影响	38
2.3	生物覆盖对土壤容重动态及稳定性的影响	47
3	结论与讨论	56
3.1	生物覆盖量对土壤温度的影响	56
3.2	生物覆盖对土壤含水量的影响	57
3.3	生物覆盖对土壤容重的影响	58
第五章 生物覆盖对土壤氮素动态及其稳定性的影响		60
1	试验材料与方法	60
1.1	试验地概况和试验材料	60
1.2	生物覆盖和土壤氮素的矿化试验设计	61
1.3	土壤养分含量测定	61
1.4	土壤硝化细菌数量的测定	61
2	结果与分析	62
2.1	生物覆盖对土壤全氮动态及其稳定性的影响	62
2.2	生物覆盖对土壤速效氮动态及其稳定性的影响	72
2.3	生物覆盖对土壤氮素矿化及其稳定性的影响	82
2.4	生物覆盖对土壤硝化细菌动态及稳定性的影响	90
3	结论与讨论	93
3.1	生物覆盖对土壤全氮含量的影响	93
3.2	生物覆盖影响土壤氮素的矿化状况	94
3.3	生物覆盖对土壤速效氮含量的影响	95
3.4	生物覆盖对土壤硝化细菌数量的影响	95
3.5	讨论	95
第六章 生物覆盖对土壤速效磷、钾动态及稳定性的影响		97
1	试验材料与方法	97
1.1	试验地概况和试验材料	97
1.2	试验设计	97

1.3	测定指标和方法	98
2	结果与分析	98
2.1	生物覆盖对土壤速效磷含量动态及稳定性的影响	98
2.2	生物覆盖对土壤速效钾含量动态及稳定性的影响	109
3	结论与讨论	120
3.1	生物覆盖影响土壤速效磷的含量	120
3.2	生物覆盖影响土壤速效钾的含量	121
第七章 生物覆盖对土壤 pH 和有机质动态及稳定性的影响		123
1	试验材料与方法	123
1.1	试验地概况和试验材料	123
1.2	试验设计	123
1.3	测定指标和方法	124
2	结果与分析	124
2.1	生物覆盖对土壤 pH 动态及稳定性的影响	124
2.2	生物覆盖对土壤有机质含量动态及稳定性的影响	135
3	结论与讨论	146
3.1	生物覆盖对土壤有机质含量的影响	146
3.2	生物覆盖对土壤 pH 的影响	147
第八章 生物覆盖后杨树人工林生长动态分析		148
1	试验材料与方法	148
1.1	试验地概况和试验材料	148
1.2	试验设计	148
1.3	测定指标和方法	148
2	结果与分析	149
2.1	生物覆盖对杨树人工林叶片生长的影响	149
2.2	生物覆盖对杨树人工林树高和胸径生长的影响	155
2.3	生物覆盖对山地杨树人工林根系生长的影响	157
2.4	生物覆盖对山地杨树人工林生物量的影响	158

3 讨论与结论	159
第九章 初步结论	161
1 生物覆盖物的自然分解动态	161
2 生物覆盖后土壤温度、水分和容重的动态变化	161
3 生物覆盖后土壤全氮、速效氮、氮素矿化和硝化细菌数量的动态变化	162
4 生物覆盖后土壤速效磷、速效钾、pH、有机质的动态变化	163
5 生物覆盖后杨树人工林生长的动态变化	165
6 小结	165
7 本研究的创新和不足之处	166
附录 生物覆盖技术在土壤管理中的应用	167
1 生物覆盖技术在玉米栽培中的应用	167
1.1 适用范围	167
1.2 覆盖材料和覆盖量	167
1.3 覆盖类型	168
1.4 覆盖技术	168
1.5 配套农艺	170
1.6 注意事项	171
1.7 投资及效益分析	172
1.8 典型实例	174
2 生物覆盖在果园土壤管理中的应用	176
2.1 适用范围	176
2.2 覆盖方式与覆盖量	176
2.3 覆盖技术	177
2.4 配套农艺	177
2.5 注意事项	178
2.6 投资及效益分析	179
2.7 典型实例	180
3 生物覆盖技术在应用中存在的问题	181
3.1 降低土壤温度, 不利于一些植物特定阶段的生长	181

3.2 覆盖材料中的动物、微生物种类、结构和功能研究较少 181

3.3 影响机械播种和出苗 181

3.4 不同条件下的覆盖效果存在差异 181

3.5 生物覆盖下的植物和环境作用机理研究缺乏系统性 181

3.6 秸秆覆盖技术不完善，与其他栽培管理技术集成组合不够 182

主要参考文献 184

第一章 生物覆盖的研究现状和进展

1 生物覆盖的概念、历史和发展

土壤的生物覆盖是土壤覆盖的一种，依据覆盖材料的不同土壤覆盖可分为三类：物理材料覆盖，如薄膜、石块、沙石的覆盖；化学材料的覆盖，如钠盐保水剂和土壤改良剂 PAM 的应用；生物覆盖，如土壤生草等活地被物和木屑、秸秆、杂草等死地被物的覆盖（王沛霖等，1997）。在农林业生产中，几种覆盖方法都得到了不同程度的应用。

生物覆盖是指应用有生命或无生命的有机物质覆盖土壤表面，通过土壤—大气等不同界面的改变达到保持水土、提高土壤肥力和水分利用效率的目的，它包括覆盖物中具有生命特征的各种小动物、微生物和部分植物根系。生物覆盖可分为活地被物覆盖与死地被物覆盖两类。前者指有生命的有机材料覆盖，可分为生草和套种两项技术。后者指无生命的有机材料覆盖，一般指有机肥料和杂草落叶覆盖两项技术。有机物质进入土壤并参与土壤生态系统的物质循环，这是保持土壤肥力的重要因素（廖镜思等，1996）。

自 1933 年 Duley 和 Russel 开始发展残茬覆盖耕作法以来，现在包括秸秆覆盖在内的生物覆盖法几乎在美国、加拿大和前苏联的所有气候条件下都得到了试验和推广。我国的生物覆盖资源相当丰富，作为改土培肥材料的主要有玉米秸、稻草、麦秸及其他杂草落叶。在我国农史上，施用有机物培肥地力至少可以追溯到 2400 年前。我国从 20 世纪 50 年代开始秸秆覆盖免耕研究，这是秸秆等生物材料覆盖与免耕结合的一种发展方式（赵更生等，1991；廖镜思等，1996）。70 年代对残茬覆盖减耕法进行了试验，以后不断发展壮大并成功应用和推广（林洁荣等，1996）。在北方主要有秸秆覆盖免耕、旱地秸秆覆盖、秸秆覆盖减耕、草肥覆盖耕作法、旱地免耕整秸秆半覆盖技术等，在南方地区主要有覆盖少耕、覆盖免耕、

多熟作物覆盖少耕技术等。伴随着少耕、免耕技术的发展,秸秆等生物材料覆盖技术也得到了相应的发展(黄显淦等,1996;姜好胜等,2001;李兴春等,2001)。秸秆等生物材料覆盖减耕措施是能保蓄水土、培肥地力和确保作物稳产、高产的有效途径之一。秸秆覆盖免耕是一项重要的农业生态管理体系,覆盖后的土壤性质变化及作物产量可以反映这一系统的可持续性。中国农业大学对秸秆覆盖免耕技术的9年定位试验研究发现,秸秆覆盖免耕技术是传统耕作制的一项重大改革,具有明显的经济、生态和社会效益,值得在半湿润地区或干旱半干旱地区推广应用(刘殊等,1996;林洁荣等,1996)。由于粮食等种植业在中国农业发展中的重要性,上述生物覆盖的历史主要针对种植粮食作物和经济林木的土壤而言。人工林培育中的生物覆盖研究除天然凋落物覆盖外研究较少。天然凋落物覆盖的研究主要集中于凋落物的种类、分解速率和分解规律、影响养分分解的环境因素(Semwal等,2003)。

秸秆覆盖是通过改变了土壤与大气的界面层状况,对土壤产生了综合生态效应,使土壤的物理、化学、生物特性产生变异,进一步影响植物生长发育特性的,因而生物覆盖可能会引起一些负面效应,如覆盖时秸秆等植物材料会带入一些病菌和害虫,容易加大植物病虫害防治的工作量,造成一定的环境污染。覆盖量过大会造成植物根部呼吸困难、有害气体增加或根系分布发生变化,不利于其正常生长。某些作物秸秆产生他感化合物抑制杂草的同时,也能对林木和作物产生危害。另外,有些植物有自毒作用,如小麦、水稻、核桃和某些针叶树种,它们的残体对自身的生长有抑制作用。

秸秆等生物材料取材方便,操作简单,省时省工,对土壤有较好的培肥改良作用,有利于改善土壤的生态环境从而促进植物的生长。该技术主要应用于干旱和半干旱地区的土壤覆盖上,在南方水土流失较严重的山地丘陵也被大量应用。主要的技术有旱地残茬覆盖技术、旱地玉米免耕秸秆覆盖技术、麦田和果园秸秆覆盖技术等(Ronald,1983;Charles,1999)。土壤覆盖以后,土壤水、肥、气、热等状况得到综合改善,具抑蒸保墒、培肥改土、土壤生物活性和微生物活动加强,同时调节土壤pH使之趋于中性,抑制杂草生长,为植物正常生长创造了良好条件,具有显著的增产效应。但在进行秸秆等生物材料覆盖时应注意覆盖时间、覆盖量以及材料种类,以减少不良的他感效应和自毒作用所带来的负面效应,充分发挥秸秆覆盖的改土培肥和改善生态环境作用。同时,进行覆盖时应因时、因

地制宜,力求经济效益与生态效益、长期效应和短期效应的统一。

2 生物覆盖对有机质、pH 和氮、磷、钾的影响

生物覆盖后土壤有机质明显增加,尤以表层差异显著。生物覆盖也可改善土壤的营养状况,提高土壤有机质含量,以及 N、P、K 全量及其速效养分含量,还能在一定程度上增加 Fe、Mn、Cu、Zn 的含量,改善土壤的酸碱度。

2.1 生物覆盖对土壤有机质含量的影响

活地被物与死地被物在增加土壤有机质含量的方式上有所不同。据研究,小麦秸秆的化学成分为 C 52.1%、N 0.50%、苯醇溶性物 3.01%、水溶性物 4.38%、半纤维素 26.6%、纤维素 34.9%、木质素 19.9%、粗蛋白 2.63%。植物秸秆大部分是有机成分,其中易被微生物作为能量物质而分解的水溶性成分纤维素、半纤维素占 51.3% ~ 64.9%, 12.5% ~ 20.7% 的木质素及其蛋白复合体则较难分解而残留在土壤中,形成土壤有机质(林心雄等,1980;程励励等,1981)。活地被物增加土壤有机质是通过其根系的分泌物和根系的更新实现的。据研究,植物根系分泌有机物的量最高可达其光合产物的 25% ~ 30%。

杨晶秋(1991)认为,生物覆盖材料施入土壤以后消失的部分有两种去向:一是彻底分解矿化,以 CO_2 的形式释放出来,这是土壤碳素损失的主要途径;二是在微生物的作用下,碳链解体和重组形成新的腐殖物质。

经济林地生草或生草后收割覆盖,其枯叶、枯根等残体在土壤中降解、转化,形成腐殖质,土壤中的有机质便不断提高。赵建民等(1995)通过对旱地苹果园几种土壤管理制度的研究发现,不论是人工生草还是自然生草后进行化学除草,土壤中有机质的含量均超过清耕对照,且年递增量也大于对照。王淑媛(1991)在红星苹果园进行试验也发现,人工生草、自然生草(行内化学药剂除草)都能增加土壤有机质含量,与清耕相比,增幅为 2.4% ~ 57.5%。这表明生草后能有效地提高土壤有机质含量,进而增强土壤肥力及保水保肥能力。生草或覆盖之后,由于土壤温热条件的改善,加速了有机物的分解,使得土壤有机质含量提高。在幼龄龙眼园中混播宽叶雀麦和格拉姆柱花草后,土壤中有机质平均含量增加 6.2% (陈清西等,1996)。

不同的播种方式对土壤有机质的影响也不相同,通常以混播对土壤有机质含量的提高更为显著。在矮化苹果园,与清耕对照相比,单播苕子只能将土壤有机质含量提高 0.13%,而苕子与黑麦草混播则可使土壤有机质含量提高 0.23%。黄显淦等(1986)在沙地葡萄园的生草试验也发现混播毛叶苕子、大麦、油菜可使土壤有机质较对照提高 0.22%。不同的牧草种类,其 C/N 比值不同,对土壤肥力的影响也不相同。杨东方等(1987)认为 C/N 比值大的秸秆施入土壤后对重组碳含量的贡献大,使新形成的腐殖质与土壤无机部分有较大的复合量,可增加紧结态腐殖质碳量,从而有利于提高改土效果;C/N 比值小的绿肥施入土壤对土壤氮有明显的复合作用,可增加松结态腐殖质碳量,从而增加土壤速效养分含量。

2.2 生物覆盖对土壤中 N、P、K 含量的影响

生物覆盖通常选择两类植物,一类是豆科植物,另一类是禾本科植物。豆科植物具有固 N 作用,可使土壤中 N 素含量明显提高,而禾本科植物可提高土壤 K 素含量,但也会在一定程度上降低土壤中 N 素含量(刘殊等,1997)。经济林林地生草后进行收割覆盖,当其腐解后,草体中丰富的 N、P、K 便释放到土壤中,从而提高土壤中相应的养分含量。例如豆科绿肥作物毛叶苕子,每公顷可产鲜草 3.79 万 kg,其 N、P、K 分别为 471.15kg、74.40kg、457.94kg,相当于每公顷施尿素、过磷酸钙和硫酸钾各 1024kg、1002kg、1099kg。

一般来说,经济林地生草与清耕相比,它能提高土壤中全 N 含量,而全 P、全 K 含量相差不明显。黄显淦等(1986)报道,矮化苹果园混播苕子和黑麦草,全 N 含量较清耕高 0.030%,全 P 和全 K 十分接近。沙地葡萄园种植绿肥后,全 P 和全 K 含量与清耕也相差甚微。陈清西等(1996)在龙眼上的研究也得出相似的结论:生草可提高土壤全 N 含量,而对全 P 和全 K 含量的影响不显著。秸秆覆盖除了能直接补充土壤一部分氮素以外,近年来的一些研究表明,还可以促进固氮微生物的固氮作用和豆科作物的共生固氮,从而增加土壤中的氮素含量(卜万锁等,1994;黄显淦等,1996)。

经济林地生草后,不仅能够引起土壤中 N、P、K 全量养分含量的变化,更重要的在于能增加土壤中 N、P、K 速效养分含量,从而直接改善经济林木的生长状况。据陈清西等(1996)报道,幼龄龙眼园生草 2a 后,土壤中速效养分含量均比种草前增加,其中碱解 N 最大增幅可达 224.7%,速效 K 最大增幅可达 243.1%,

速效 P 可由痕迹增加到 $64.3 \times 10^{-6} \text{ kg/L}$ 。黄显淦等 (1991) 也报道果园种植绿肥后, 土壤中速效 N、速效 P、速效 K 都有所增加, 其中速效 N 中以硝态 N 含量增加最多, 平均提高 130.8%, 速效 P 平均提高 31.8%, 速效 K 平均提高 110.5%。林洁荣等 (1996) 在香蕉、龙眼园, 范宏伟 (2002) 在山地板栗园, 姜好胜等 (2001) 在苹果园种植白三叶草的试验, 都证明了果园生草或生草后收割覆盖能不同程度地提高土壤中速效养分的 N、P、K 含量。另有学者报道, 通过果园草覆盖可提高土壤中 Zn、Fe、Cu、Mn 等矿质营养元素的含量, 增幅可分别达到 31.81%、5.02%、21.41%、81.77% (王中英, 1992)。

但范丙全等 (1996) 对旱地棉田秸秆覆盖的研究结果表明, 秸秆覆盖棉田 3 年以后, 土壤有机质和其他养分发生了很大的变化, 覆盖量对提高土壤有机质和速效钾作用极显著, 而覆盖时间的影响差异不显著。

2.3 生物覆盖对土壤 pH 的影响

生物覆盖后的土壤富含有机质, 由于土壤有机质有较高阳离子交换量, 土壤的缓冲能力加强, 不会因施用化肥过量或施用大量的有机物质, 使土壤的 pH 发生太大变化而影响植物的生长 (沈裕虎等, 1998)。据报道, 农田稻草覆盖后对土壤 pH 有明显的调节作用, 且调节作用随覆盖量的增加而加强。麦田耕层土壤试验前 pH 为 5.7, 稻草覆盖种植一季小麦后, pH 为 6.2, 较裸地 pH 5.7 上升了 0.5。另一个试验点的原裸地 pH 为 7.3, 小麦收获后稻草覆盖处理较裸地 pH 下降了 0.3, 且调节作用随覆盖量增加而加强 (袁家富, 1996)。

3 生物覆盖对土壤水分、温度和通气状况的影响

3.1 生物覆盖对土壤水分的影响

土壤覆盖后, 一方面能缓和降雨对土壤的直接侵蚀, 减少地表径流, 防止雨水冲刷, 减少水土流失; 另一方面, 还可以提高水分的沉降和渗透速率, 减少土壤水分蒸发, 提高土壤水分含量及水分利用率。

黄显淦等 (1986, 1986, 1991) 对葡萄园进行绿肥种植研究表明, 在葡萄园间作冬、夏绿肥, 连作连翻, 其行间含水量与清耕相比较, 各相应土层的含水量