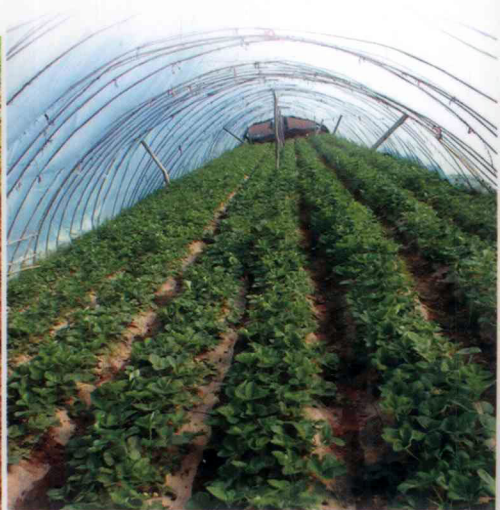


高效节水根灌 栽培新技术

冯晋臣 著



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

高效节水根灌栽培新技术

冯晋臣 著

金盾出版社

内 容 提 要

本书系作者据多年研究成果写成。内容包括节水根灌栽培新技术和健壮液的应用与自制两部分,它们能构成高效低耗及绿色循环经济生态型农场的新模式。前者介绍了根灌的理论依据和关键技术,带根灌剂的根灌技术及其应用,普通根灌技术及其应用,自配根灌营养液及二氧化碳缓释剂等;后者介绍了健壮液的技术用途与作用机制,健壮液在种植、畜禽养殖、水产养殖和环卫、环保方面的应用,健壮液的自制方法等。图文并茂,通俗易懂,技术创新,实用性和可操作性强,可供从事农林牧副渔业和绿化、环卫、环保工作者阅读使用,也是相关科研人员和院校师生很有价值的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

高效节水根灌栽培新技术/冯晋臣著. —北京:金盾出版社,2008.3

ISBN 978-7-5082-4983-4

I. 高… II. 冯… III. 作物-根系-灌溉系统-研究
IV. S274.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 002045 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

北京金盾印刷厂印刷

永胜装订厂装订

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:8.375 字数:182 千字

2008 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—10000 册 定价:13.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

序

我国人均水资源只有世界平均值的 $1/4 \sim 1/3$, 十分紧缺, 水资源与降水在时空上分布非常不均, 更加剧缺水的严重程度。干旱缺水已成为制约我国国民经济发展、社会进步、环境改善与人民生活质量的关键因素之一。当前, 我国农田灌溉用水量占总用量的 70% 以上, 随着工业、城镇的发展和人民生活水平的提高, 灌溉用水量的比例还将继续下降, 灌溉用水的紧缺程度将日益严重。这种自然与社会条件决定了我国的灌溉农业必须走节水道路。琼州大学冯晋臣教授发明的“根灌”为发展节水灌溉开辟了创新途径, 具有重大的现实意义和推广前景。

冯晋臣教授综合运用物理、土壤、植物生理、生态、水利、化学、化工、微生物等学科知识, 历经 40 余年的试验研究与实践, 发明了“根灌”技术, 其关键是在作物根毛区设置导管或和“包根区”。包根区由特制的根灌剂(一种专用于农林的强力吸水、保水剂)和其他吸附物质如有机垃圾、秸秆、沼气渣、中药渣、甘蔗渣与菇渣或珍珠岩、蛭石及泥炭等组成, 具有长效节水和保肥功能。运行时, 将灌溉水和溶解于水的肥料、农药通过导管直接输入根区后, 可较长期供作物根系吸收和利用。由于根灌剂及其吸附物质对水、肥料、农药的吸附与缓慢释放作用, 抑制了灌溉水和降水在土壤中的蒸发与下渗, 因此可起到高效节水、节肥和改善水土环境的良好作用。该项技术与国内公认最节水的“滴灌”技术相比较, 还可再节水 30% ~ 50%, 并能增产, 其投资仅为滴灌的 5% ~ 25%。因此,

根灌是一种比微灌(包括滴灌)更为节水的精细灌溉技术,在我国已较广泛地用于瓜菜、果树、林木、园艺、花卉、草坪及城市绿化、治理沙漠等,节水和生态效益显著。此外,他还研制了“树木吊瓶输液”等节水创新性技术。冯晋臣教授的严谨科学态度、创新精神和不懈的努力,使他的发明取得了莫大的经济效益、社会效益与环境效益。

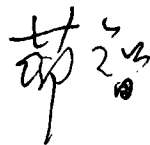
冯晋臣教授在本书中总结了根灌的理论和应用研究,提倡节水工程设施与农业生物措施相结合,理论研究和实践推广相结合。该书反映了冯晋臣教授 40 余年悉心从事根灌节水理论研究和实践推广的基本成果,内容新颖,试验数据翔实,应用实例众多,节水、增产效益显著。相信,此书的出版将为农业节水技术增添新内容,并希望能对我国节水农业的发展起到一定的促进作用。

该书在深入浅出、讲清基本概念和科学道理的基础上,强调推广应用,并有实例可循。文字通俗易懂,图文并茂,可供水利、农业技术人员和具有一定文化水平的农民参考应用,也可作为有关专业大学生和研究生的参考材料。

中国国家灌溉排水委员会名誉主席
国际灌溉排水委员会名誉副主席
武汉大学水利水电学院教授



中国工程院院士、武汉大学
水利水电学院教授



2006 年 5 月 12 日

前 言

从战略上讲,节能减排、高效低耗,发展循环经济,搞绿色生态示范农场,是个大方向;但从战术上要实现该目标并非易事。为此,笔者整整花了四十余年的时间,从哲学的高度,依据物理学原理,结合有关学科的知识,发明了精细灌溉“根灌”,2005年2月16日的《海南日报》在“今日关注”栏目中,誉笔者为“根灌之父”;又研发了健壮液活菌剂。“根灌”和“健壮液”是实现上述战略目标的有力工具,也是本书要介绍的重点。

根灌是从漫灌到滴灌都是灌溉土壤一跃为灌溉根系,节水省肥,是灌溉史上的一次跨跃。根灌比漫灌节水80%以上,还可增产20%。根灌推广后,可把城市有机垃圾及农村的废秸秆利用掉,变废为宝,能比世界上公认最节水的滴灌,还可节水30%~50%,且能增产,其投资仅为同等水平的滴灌的5%~25%,因此根灌最终能在世界范围内替代滴灌,尤其是在温室大棚与山区。在温室大棚中使用根灌,能降低湿度,减少因病虫害造成的损失;在山区中因地形起伏不平,不能用滴灌。

健壮液是笔者自主研发的培养剂,培养成功的与EM液作用相似的一种含有多种有益细菌的生态型制剂。健壮液不含任何激素,纯属天然,生产工艺是完全环保的,无“三废”排放。由于健壮液中有多种有益细菌,能改善土壤及肠道的细菌群落结构,加上细菌菌体含有丰富的蛋白质、多种维生素及氨基酸、核酸等生物活性物质,营养丰富,因此在种植及养殖上,能高效低耗,速生丰产;又因为它能迅速分解氨氮、硫化氢和其他有机物,故可在环卫、环保尤其是在污水处理上,能发挥作用。

本书共分五章。第一章,根灌的理论依据和关键技术,有关操作工具都有图示;第二章,带根灌剂的根灌技术及其应用,该技术特别适用于干旱半干旱地区、治理盐碱地及改造戈壁沙漠,也适用于季节性干旱及偏干旱地区,有关在农林业中的高效节水抗旱与增产效果,都有图片佐证,真实可信;第三章,普通根灌技术及其应用,即不带根灌剂(一种专用于农林的强力吸水保水剂)的根灌技术,适用于南方季节性干旱地区及偏干旱地区,并介绍了用根灌技术对古树名木的护理及提高大树移栽成活率(达到 90% 以上)等方面的应用;第四章,自配根灌营养液及二氧化碳缓释剂,其中有大中量元素及微量元素的配制、螯合物的制造、二氧化碳缓释剂的配制及根灌施肥原则的实例;第五章,健壮液的应用与自制,这是一种类似于 EM 液的活菌剂,可适用于种植和畜、禽、鱼等的养殖,如淡水养殖或海水养殖,可用作如对虾、多宝鱼等的饲料,有了养殖和种植,可构成生态农业循环生物链,经济效益更高。

我要感谢父亲冯忠翰(号子蕃,1916 年银行科毕业)、母亲孙兰珍关于对我“要对人类做出贡献”的教导,还要感谢上海市建设中学高中班主任李金光老师的谆谆教诲及肖鲁纳同志的帮助,特别要感谢我相濡以沫的妻子季静秋数学教授的支持与帮助,也要感谢浙江省林科院郑德周书记的支持与诺贝尔奖获得者李远哲博士的鼓励。

谨把此书献给我敬爱的大姐冯举(上海,中学教师)、二姐冯亚任(北京,离休干部)和四姐冯尼(石家庄,高级工程师)。

冯晋臣教授

于 2007 年元旦

作者通信地址:海南省五指山市 1108 信报箱琼州大学科研处
邮政编码:572200

**金盾版图书,科学实用,
通俗易懂,物美价廉,欢迎选购**

农作物良种选用 200 问	10.50 元	植物组织培养技术手册	16.00 元
旱地农业实用技术	14.00 元	化肥科学使用指南(修	
现代农业实用节水技术	7.00 元	订版)	18.00 元
农村能源实用技术	10.00 元	科学施肥(第二次修订	
农田杂草识别与防除原		版)	7.00 元
色图谱	32.00 元	简明施肥技术手册	9.50 元
农田化学除草新技术	9.00 元	实用施肥技术	2.00 元
除草剂安全使用与药害		肥料施用 100 问	3.50 元
诊断原色图谱	22.00 元	施肥养地与农业生产	
除草剂应用与销售技术		100 题	5.00 元
服务指南	39.00 元	酵素菌肥料及饲料生产	
植物生长调节剂应用手		与使用技术问答	5.00 元
册	6.50 元	配方施肥与叶面施肥	
植物生长调节剂在粮油		(修订版)	6.00 元
生产中的应用	7.00 元	作物施肥技术与缺素症	
植物生长调节剂在蔬菜		矫治	6.50 元
生产中的应用	6.50 元	测土配方与作物配方施	
植物生长调节剂在花卉		肥技术	14.50 元
生产中的应用	5.50 元	亩产吨粮技术(第二版)	3.00 元
植物生长调节剂在林果		农业鼠害防治指南	5.00 元
生产中的应用	7.00 元	鼠害防治实用技术手册	12.00 元
植物生长调节剂与施用		赤眼蜂繁殖及田间应用	
方法	7.00 元	技术	4.50 元
植物组织培养与工厂化		科学种稻新技术	6.00 元
育苗技术	6.00 元	提高水稻生产效益 100	

目 录

第一章 根灌的理论依据和关键技术	(1)
一、植物根系与灌溉	(1)
二、根灌的理论依据	(6)
三、根灌的关键技术	(8)
四、包根材料的配制	(15)
五、与根灌配套的肥料介绍	(19)
六、根灌适应不同情况的多种实施途径	(20)
七、“底膜覆盖——遍地孔”技术与成片包根	(26)
八、根灌孔成形器、根灌孔护套与根灌漏斗	(36)
九、电脑控制带导管的根灌系统	(41)
十、根灌与植物工厂化	(45)
第二章 带根灌剂的根灌技术及其应用	(48)
一、根灌剂的作用与机制及根灌技术应用的注意事项	(48)
二、管(大)棚番茄根灌与滴灌试验效果的对比与统计 分析	(58)
三、用根灌技术在大棚或露地种植瓜菜、苗木与玉米 等的方法与效果	(65)
四、用根灌技术在屋顶种植瓜菜、苗木及离地栽培作 物的方法与效果	(74)
五、根灌用于种植幼小林果及瓜类等的方法与效果	(79)
六、根灌用于成年木本林果施果后肥或基肥的方法与	

效果·····	(82)
七、根灌栽培剂在花卉、蘑菇及竹林栽培上的应用···	(91)
八、根灌在干旱地带造林绿化上的应用·····	(97)
九、用根灌技术治理沙漠效果显著·····	(103)
十、用根灌技术种植甘蔗的方法·····	(108)
十一、用根灌栽培剂进行条种的模式·····	(111)
十二、根灌技术在城市绿化上的应用·····	(114)
十三、根灌技术在大树移栽与育苗上的应用·····	(117)
十四、用根灌技术种植抗盐碱的牧草和其他作物的 方法·····	(120)
十五、底膜覆盖根灌法与挂膜集水法·····	(124)
十六、根灌的本质与用途·····	(126)
第三章 普通根灌技术及其应用 ·····	(130)
一、旱地作物根灌抗旱施肥新技术·····	(130)
二、用根灌法防治植物病虫害·····	(141)
三、苦(海)水根灌·····	(143)
四、节水花盆与垂直栽培植物技术——“遍地孔根 灌”应用实例·····	(146)
五、普通根灌技术用于大树移栽及古树名木护理···	(152)
六、根灌施肥方法·····	(158)
第四章 自配根灌营养液及二氧化碳缓释剂 ·····	(166)
一、大中量元素营养液配方、适用范围及注意事项 ·····	(166)
二、微量元素营养液配方、适用范围及注意事项·····	(171)
三、螯合铁、铜、锌、锰的制法·····	(178)
四、自制包根专用二氧化碳缓释剂·····	(183)
第五章 健壮液的应用与自制 ·····	(187)

一、健壮液与 EM 液的关系	(187)
二、FJC-健壮液	(188)
三、EM 液技术用途简介	(190)
四、EM 技术作用机制	(193)
五、FJC-健壮液 1 号在种植业上的应用	(201)
六、FJC-健壮液 2 号在畜禽养殖上的应用	(206)
七、FJC-健壮液 2 号在水产养殖上的应用	(214)
八、FJC-健壮液 2 号在环保上的应用	(219)
九、健壮液应用效益与实例	(220)
十、自制健壮液	(228)
附件 相关发明专利及实用新型专利	(247)
主要参考文献	(248)
后记	(250)

第一章 根灌的理论依据和关键技术

一、植物根系与灌溉

(一)“根系灌溉”的理念是灌溉技术的突破

长期以来,灌溉方法从漫灌到较为先进的滴灌,基本上都是灌溉土壤,存在着大量的无益蒸发与渗透损耗,水分生产效率低。自从笔者提出“根系灌溉”的理念并付诸实现,克服了上述灌溉方法的缺点。

根灌原称“包根法”,因国际著名土壤学家、中国科学院院士朱祖祥博士的建议而改称为“经济林根基节水栽培技术”,简称“根灌”。1996 年荣获国家级科技成果(成果编号 97100401A,证书号 1962),同时被列入“九五”国家级科技成果重点推广计划指南项目(《国科发成字(1996)349 号》)。根灌优于滴灌的 3 个方面:①根灌本身蕴有的科技含量比滴灌高;②根灌比滴灌还可再节水 50%,同时还能增加净收入 20%以上;③根灌设施投入仅为滴灌的 5%~25%。根灌技术于 2004 年 10 月 27 日获得国家发明专利证书,名称为“植物根灌节水栽培方法”,发明专利号 ZL97103541.5,国际专利主分类号 A01G29/00。该专利荣获 2006 年 2 月 24 日《中国技术市场报》举办的首届全国“节能专利大征集”项目二等奖(全国得奖项目仅 68 项)。各种媒体都报道过根灌的优越性。

(二)国内外已有背景技术分析

1. 国际上目前比较先进的节水农业技术分析 国际上目前较先进的节水农业技术有滴灌、雾灌、渗灌、地膜覆盖等。

(1)滴灌 对大田旱作进行滴灌,可比常规栽培(对照)增产 20%~80%(果树增产低些,瓜类、蔬菜较高)。它需要动力装置,将过滤后的水溶液送至滴灌嘴(滴头),每小时输 2~8 升水。一棵树一般安放 3 个滴灌嘴,因此在干旱季节用滴灌抗旱时,每 667 米²(1 亩,下同)每月抗旱用水量至少需 50 米³,其中相当一部分被地面蒸发掉。事实上,滴灌的本质是缓慢化的泼浇(泼灌),其科技含量反映在为了实现“缓慢化”的外部设施上:水质过滤器,肥料泵,水泵,输水干管、支管及滴灌带。一旦脱离这些设施,它就退化成泼浇了。可见,滴灌不能土法上马。以 3 公顷(45 亩)灌区为例,水质过滤器与肥料泵两项投入就要 25 万~30 万元;自控连栋(棚)温室的滴灌投资更大。滴灌孔很容易堵塞,硬水质地区用不了多久就会结垢堵塞,维修任务繁重,因为水质过滤器无法软化硬水。为了不堵塞滴灌孔,往往需要使用进口化肥,以保证全溶性。因此,从经济与技术角度来看,滴灌难在我国农村推广。滴灌若用于大棚,因湿度高,病虫害所致损失率达 10%~30%。

(2)雾灌 在蔬菜栽培中常用的雾灌(微喷灌)技术,其用水量不亚于滴灌,存在着较大的蒸发、飘逸损失,与滴灌一样对水质要求很高,也需要消耗较多的能源。

(3)地下滴灌 在国内称为渗灌,也有人将它“误称”为“根灌”。渗灌是在地下铺设带孔的渗水管道,地上需建造水池和使用压力泵。若用塑料管道,则地下部分的工、料投资每 667 米² 为 600~800 元,加地上部分的设施,每 667 米² 需投资

1500 元以上。干旱季节,用渗灌抗旱,每 667 米² 每月抗旱用水量 20 米³ 以上。

渗灌的缺点:一是地下的渗水孔(滴灌孔)很快会因根毛的伸入或菌藻的繁殖被堵塞,维修困难。二是有不少水分往下渗漏至土壤深层,成为植物根系无法利用的地下水。当这些水分蒸发时,还会将土壤深层的盐分带到表土层,产生次生盐碱化。三是难用于改造沙漠。四是对于刚种上去的作物,还需要常规管理(水浇在靠近根系上面的土壤上)。

(4)地膜覆盖 地膜覆盖有保墒、保温等很多优点,但它是被动的节水技术,使土壤吃不到大部分的雨水与露水,并阻碍土壤透气,影响土壤中微生物的活性,不利于土壤有机质的分解、吸收。因此,至少对纯旱田、贫瘠的土壤、砂土地和黏性土壤不适用。另外,在气候炎热地区,由于土壤透气性差,土壤温度太高,甚至会“烧”根。因此,该法有相当的局限性。

2. 国内常规抗旱方法的分析 至今,我国常规的抗旱方法仍是泼浇(泼灌)、漫灌(淹灌)与喷灌。用这些方法灌溉的水分首先被表土所吸收供田间杂草生长与地面蒸发之损耗,多余的水分往下渗透,只有到了根毛区这一瞬间才能被植物所吸收利用,再往下渗漏,根毛已力所不及,这些水分就成为植物无法吸收利用的地下水。因此,用常规方法抗旱效果不理想。漫灌还有使土壤板结、肥分流失等副作用,且极费水。

另外,根部施肥,往往因干旱,第一年冬季施的基肥至次年秋翻起来仍然存在,原因是干旱与不透气,土壤中微生物无力将它们分解成植物可吸收利用的肥分;根系也很难扩展。至于施化肥,也往往因干旱无法溶解,使植物难以吸收,一旦雨季又被大雨冲洗流失或往下渗漏到植物根系无法达到的土壤深层,浪费很大。

(三)植物根系的灌溉

笔者是物理学工作者,所以我从物理学的观点结合土壤学、植物生理学、化学、树木学、栽培学和水利学等知识研究了灌溉技术。发现,作物虽然有庞大的根系,但真正能吸收水、肥的根系仅仅是很少一部分——毛细根的根毛区,笔者正是据此设计出了“根灌”的灌溉技术。其要点是:

①在植物的根毛区设置包根区。

②在包根区内放置包根材料,将毛细根包起来。包根材料是由吸附物质组成的,最好含有特制的强力吸水保水剂(冯氏根灌剂)和团粒结构促进剂如聚乙烯醇。

③包根区设置根灌孔。根灌孔的下端与包根区的包根材料接触,上端与空气连通。根灌孔又称输入孔。

④通过根灌孔将水、肥、农药灌施到包根区的包根材料中。根灌孔又称多功能孔,因它还具有通气、散热等功能。

这样,按照植物生长发育与环境气候情况,适时适量地将水、肥通过多功能孔(根灌孔)灌到包根区的吸附物质层,使水、肥直接到达植物根系的根毛区,故吸收利用率极高。根灌实现了从“灌溉土壤”到“灌溉根系”的飞跃,成为有集水功能的主动灌溉,并使水、肥、气、植物四相得到良好的统一与协调。其重点是农艺节水兼顾了节水灌溉技术与设施农业,具有抗旱、保水、施肥、改良土壤和防治植物病虫害 5 种功能。因此,它是一种能使旱区农业大幅度节水、节肥与增产的高新栽培技术,也是精细灌溉技术,有利于农业的可持续发展。

通过与滴灌技术的比较,根灌的优越性在于:

第一,在比滴灌省水 50% 的前提下,同时能增加净收入 20% 以上。

第二,设施的投入仅为滴灌的5%~25%。

第三,不会有滴灌嘴堵塞的缺点(因滋生细菌、藻类,水中有杂质,化肥不全溶,硬水结垢等原因引起滴灌嘴的堵塞)。

第四,可以充分利用有机肥垃圾(废菜叶、腐熟后的畜禽下脚料、秸秆、破布、废纸、中药渣等)作为包根材料的填充物。当根灌技术全面推广后,能够消耗很多垃圾,这对城市垃圾处理有利,变废为宝。

第五,操作简便。若与施基肥相结合,更可节省劳动力。

第六,根灌适用于一切旱地作物如瓜菜、果树(包括干果)、林木、园林、园艺、花卉、草坪及城市绿化、治理沙漠等,且效果显著(表1-1)。对于农村劳动力丰富而资金短缺的我国,根灌有着广阔的推广前景。

为此,“根灌”获得朱祖祥、闵乃本、王明庥三院士的好评,并获得国际灌溉排水委员会荣誉副主席许志方博士、国际节水农业奖获得者茆智院士及浙江农业大学博士生导师沈德绪教授等的支持与重视,亦得到诺贝尔奖金获得者李远哲博士的鼓励与支持。

表 1-1 不同灌溉技术抗旱效果比较

方 法	旱季 667 米 ² 每月 抗旱用水量(米 ³)	地表 蒸发	地下 渗漏	667 米 ² 投资(含投工) (元)*
根 灌	2~12	少	少	150~500
渗 灌	20 左右	少	多	1500 以上
滴 灌	50 以上	多	少	2500 以上
雾 灌	50 以上	多	少	2000 左右
泼 浇	50 以上	多	多	滴灌设备昂贵,在我国难以大面积推广,且滴灌嘴的质量目前我国尚未过关
喷 灌	50~80	多	多	
漫 灌	100 以上	多	多	

* 此投资值的人民币数额,按著书时的物价计算

二、根灌的理论依据

(一)土壤人为团粒结构化

土壤学结构研究理论提出,土壤作为植物生存的载体(支撑体),它必须能为植物创造所需要的热、水、气、肥等条件。作为载体结构的功能在于调节土壤肥力因素热、水、气、肥。良好的土壤结构——团粒结构具有对土壤肥力因素协调供应的能力,所以团粒结构是土壤改良的方向。团粒结构的物理特性是同时具有吸附、贮流与透气的功能。让土壤自然形成团粒结构,需要经常施有机肥,还要经过十年左右的时间才有可能团粒结构化,而根灌技术的基点就在于人为地迅速创造一个适于作物生长的“团粒结构”来达到高效节水、节肥的效果。

(二)植物根系有三倍的保险系数

植物学与植物生理学告诉我们,植物从土壤中获得营养的主要渠道是庞大的植物根系,但并不是全部的根系都能吸收水肥。根系各部位在吸收养分和水分的作用上是不相同的,而且不同部位吸收养分进入根系之后的动态也不相同。老根基本上不吸收水肥,但起支撑作用,不让植物倾倒。而对水分的吸收则以根毛区为最多,我们称此区为植物的“嘴巴”。根尖区(根冠、生长点及伸长区)吸收的养分主要是保留在原处供根生长,较少向地上部运转;根毛区吸收的养分则大部分向地上部运递,少量供给根尖及留在原处。试验观察统计表明,根毛区有很强的趋水、趋肥性和输送营养、水分功能,植物