

水体农业

黄邦汉 祖国掌 编著

江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

水体农业/黄邦汉,祖国掌编著. —南京:江苏科学技术出版社,2001.9

(中国特色农业丛书)

ISBN 7-5345-3375-9

I. 水... II. ①黄...②祖... III. 农业资源:水资源-资源利用-中国 IV. F323.213

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 049970 号

中国特色农业丛书

水体农业

编 著 黄邦汉 祖国掌

责任编辑 钱路生

出版发行 江苏科学技术出版社
(南京市湖南路 47 号,邮编:210009)

经 销 江苏省新华书店
照 排 南京展望照排印刷有限公司
印 刷 淮阴新华印刷厂

开 本 787mm × 1 092mm 1/32
印 张 7.25
字 数 160 000
版 次 2001 年 9 月第 1 版
印 次 2001 年 9 月第 1 次印刷
印 数 1—5 000 册

标准书号 ISBN 7—5345—3375—9/S·551

定 价 11.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

致读者

社会主义的根本任务是发展生产力,而社会生产力的发展必须依靠科学技术。当今世界已进入新科技革命的时代,科学技术的进步不仅是世界经济发展、社会进步和国家富强的决定因素,也是实现我国社会主义现代化的关键。

科技出版工作肩负着促进科技进步,推动科学技术转化为生产力的历史使命。为了更好地贯彻党中央提出的“把经济建设转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来”的战略决策,进一步落实中共江苏省委、江苏省人民政府作出的“科技兴省”的决定,江苏科学技术出版社于1988年倡议筹建江苏省科技著作出版基金。在江苏省人民政府、省委宣传部、省科委、省新闻出版局负责同志和有关单位的大力支持下,经省政府批准,由省科学技术委员会、省出版总社和江苏科学技术出版社共同筹集,于1990年正式建立了“江苏省金陵科技著作出版基金”,用作支持自然科学范围内的符合条件的优秀科技著作的出版补助。

我们希望江苏省金陵科技著作出版基金的建立,能为优秀科技著作在江苏省及时出版创造条件,以通过出版工作这一“中介”,充分发挥科学技术作为第一生产力的作用,更好地为我国社会主义现代化建设和“科技兴省”服务;并能带动我省科技图书提高质量,促进科技出版事业的发展和繁荣。

建立出版基金是社会主义出版工作在改革中出现的新生事物,期待得到各方面给予热情扶持,在实践中不断总结经验,使它逐步壮大和完善。更希望通过多种途径扩大这一基金,以支持更多的优秀科技著作的出版。

这次获得江苏省金陵科技著作出版基金补助出版的科技著作的顺利问世,还得到江苏联合信托投资公司的赞助和参加评审工作的教授、专家的大力支持,特此表示衷心感谢!

江苏省金陵科技著作出版基金管理委员会

序

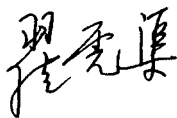
特色农业是我国农业发展的方向。我国地域辽阔,区域资源千差万别,农业的区域性特点不仅决定了因地制宜开发特色农业的必要性和必然性,而且是确保农业增效、农民增收的最佳选择。尤其是在市场经济条件下,发挥产业特色、开发特色产品是提高农产品市场竞争力,以至创造新的食物消费市场和轻工原料市场的重要条件。我国加入 WTO 后,发展我国的特色农业,也是增强农副产品国际市场竞争力的有效举措。

《中国特色农业丛书》从不同的产业视角,探索如何综合利用自然资源、社会资源及历史文化资源,着力于特色开发,并从理论与实践相结合的高度规范了许多新农业概念的科学涵义和基本原理,又突出宏观发展的战略及其具体实际应用的技术方法,对各类特色农业开发既有很强的理论指导作用,也有现实的实践价值和很强的可操作性。

《中国特色农业丛书》的另一个特点是在对现状分析的基础上,针对不同类型特色农业发展的需要,将宏

观的发展思路与微观操作的具体技术紧密结合,从而把农业项目开发的决策咨询与技术实施两种指导作用融为一体。

《中国特色农业丛书》的作者根据我国的国情和农情,瞄准国内外农业市场,为我国的农业发展提供了崭新的战略思路,是世纪之初实施“科教兴农”,为农业增效、农民增收,指导农业结构调整和推进农业产业化经营的一部战略意义深远、理论价值丰厚、实践应用有效,适合于农业主管部门、农业干部和技术农民阅读的好书。谨此,我代表《中国特色农业丛书》编委会对江苏科学技术出版社以及参加编撰的院校、作者、农业企业单位所付出的努力表示感谢!



2001年3月1日

《中国特色农业丛书》编委会

主 任 翟虎渠

副主任 陈文林 张九汉 王耀南

编 委 (按姓氏笔画排序)

卞新民 邢根海 吴志行 李良栋

张法瑞 沈贵银 沈根林 罗志成

林富平 侯喜林 黄邦汉 谢 丽

曾益明 谭 放

目 录

一、水体农业及其特点	1
(一) 水体	1
(二) 水体农业的概念	11
(三) 水体农业的基本特点和重要作用	15
二、中国水体资源状况	20
(一) 水域资源	20
(二) 生物资源	40
三、中国水体资源的开发利用	60
(一) 我国河流水体资源开发利用现状	60
(二) 我国湖泊水体资源开发利用现状	62
(三) 我国水库渔业资源开发利用现状	76
(四) 我国池塘水体资源开发利用现状	92
四、中国水体农业的技术成就及新进展	124
(一) 增殖技术的成就与新进展	124
(二) 养殖技术的成就及新进展	129
(三) 捕捞、加工技术的改进及新进展	152

五、中国水体农业的经营管理	161
(一) 水体农业的经营管理及体制改革	161
(二) 以法兴渔,强化渔政管理	166
六、中国水体环境和水生生物多样性问题及 对策	180
(一) 水体污染及其自净的机理	180
(二) 中国水体环境恶化和水生生物资源遭受 威胁的问题	195
(三) 依靠科技进步,走可持续发展之路	202

一、水体农业及其特点

(一) 水 体

1. 水体的概念

水是地球上分布最广的一种物质,它存在于大气和地壳中,并构成动植物生命体的重要组成部分。水是人类生存和发展的重要条件,人类的生活和生产一刻也离不开水。世界公认的哲学和科学之父、古希腊的学者泰勒斯早在公元前 7 世纪就提出:万物来源于水,又复归于水。近代进化论也确认,地球上的生命起源于水——原始海洋。

水体是指海洋、河流、湖泊、水库、冰川、沼泽以及地下水等地表与地下贮水体总称。水体不仅指水,还包括水中所含各种物质、水中生物及底质。因此,水体是指地表(或一定的自然空间)被水覆盖的自然综合体。

水体可划分为海洋水体和陆地水体。海洋容积大,海水含盐量高。而陆地水的容积则小得多,分布比较分散,除少数咸水湖泊外绝大多为淡水。本书所研究的水体专指与人类生活和农业生产息息相关的陆地水体。

自然界水循环过程中所形成的各类水体的形态特征和环境条件各不相同;而水体的形态特征和环境条件

又影响着水质形成过程及其时空变化规律。

2. 水质

(1) 空中水与大气降水的水质 空中呈悬浮状态的大气水称为空中水。空中同时还存在各种气体和飘尘、杂质,如氧、氮、二氧化碳、二氧化硫以及一氧化氮、二氧化氮和灰尘微粒、微生物等。大气中的水汽在凝成水滴及下降的过程中,吸收、溶存这些物质或者裹夹这些杂质形成凝结核,最后降落到地面。

大气降水中的物质含量在天然条件下一般不多,在近海和干旱地区则相对较多。近海地区降水氯离子(Cl^-)含量最多,钠离子(Na^+)次之;内陆干旱的盐土地地区降水中含量较多的是氯离子和硫酸根离子(SO_4^{2-});工业区和大城市附近的降水中往往含硫酸根离子较多。一般情况下,大气降水中碳酸根离子(CO_3^{2-})含量较多。悬浮在大气中的物质可以随大气流动到很远的地方,因此,大气降水中的水质成分也可能含有很远地区的污染物质。例如一地的酸雨中常含有远方乃至他国排放到大气中的污染物质。

(2) 地表水水质 降落到地面的水经过下垫面的一系列物理和化学作用,改变了原来的水质组成,富集了各种盐分和有机物质,然后汇集到河流、湖泊和海洋。地表水按其自然形态与环境条件又可分为很多类水体,其水质可扼要分述如下:

① 河流水质:河流水体内水的流动更换比其他水体快得多,河水矿化度较低,化学成分与河流补给源地密切相关,且沿程变化较大。流动的河水与大气有良好

的接触面,水面上的气体能更好地溶解于水体中。此外,水生生物的活动过程为河水提供有机物质和某些缺氧条件下有机物分解所产生的气体。当人类活动产生的废水、污水排放入河流时,河流的水质成分就会发生很大变化。

河流水质成分还随季节而变化。一般来说,冬季河水的混浊度较低,而硬度和含盐量较高;在排污严重的地区,由于枯水季节径流小,污水稀释程度较差,河流水质往往发生恶化。春季大量挟带地表积存的有机物质的融雪水汇入河流,同时也带入丰富的溶解氧。夏季由于暴雨径流与泥沙俱下,河水混浊度大大增加,硬度及含盐量则迅速降低,此时河水流量较大,对排放进来的废水、污水稀释比很大,因此污染物质浓度降低。但是,暴雨径流又冲刷地面积存的各种污垢,尤以暴雨初期特别突出。加之洪水进入河流,流速剧增,河底淤积的污染物质会被扰动而重新悬浮。因此,在暴雨洪水初期河水水质较为恶劣。不过此时的河水中的溶解氧也会较高,甚至呈过饱和状态。秋季河水处于消退阶段,水温也随气温逐渐下降,河水中的溶解氧随着温度的下降(至 0°C)反而上升,同时,水中有机物质的生化分解过程则逐渐下降。

② 湖泊和水库水质:湖泊和水库由于水流动缓慢,同时湖水更换期远比河水长,水中悬浮物的沉淀使湖水混浊度较低而透明度较高。大容积水体或深水湖泊水体不易混合,会出现深度上和平面上的水质分布不均匀现象。

湖水化学成分与入湖水源有关,同时也受其他自然

条件的影响,因而各湖的水质都不相同。例如干旱地区蒸发量大,淡水补给少,湖泊多为矿化度高的咸湖或盐湖;反之,在湿润地区则为淡水湖。

湖水在湖泊中停留时间较长,对湖盆岩石、土壤的溶蚀作用较强,增大了湖水的矿化度。至于人工湖泊——水库,因建库初期淹没大片的土地,原有的有机物质和可溶性无机盐类大量溶解和悬浮在库水中,其水质成分往往极为复杂。

水生生物对湖水水质的影响较大,尤其是受热条件好、矿化度低的浅水湖泊,生物活动是水质动态变化的重要因素。人类活动所排放的废水、污水对湖库水质影响很大,沉淀到淤泥中的有机物,在缺氧条件下能分解产生臭气。某些有毒金属元素和营养元素(如磷)能重新释放进入湖水,形成二次污染。

一般说来,大湖泊的化学成分受季节影响较小。不过在夏季,水生植物的生长能使水的色度增加,上层中的二氧化碳因水生植物的光合作用而减少,溶解氧却较多;冬季的情况则相反。

③ 地下水水质:地下水水质成分主要取决于含水层内的环境地质条件,大气层和地表物质的影响仅局限于接近地表的含水层。随着埋藏深度的增加,温度和压力的变化对水质的影响也增强,生物的作用则减弱,往往仅有一些微生物的活动。

一般地说,地下水比较清澈透明,含悬浮物少,矿化度比较高,其水质成分多样而复杂。大多数深层地下水水质动态变化很小,化学成分比较稳定。但大城市附近地区的浅层地下水往往由于废水、污水的渗透,水质会

变坏。

值得注意的是,大气水、地下水和地表水本质上处于普遍联系和无限循环之中,各种水体的水质会相互影响,因而,既要看到它们之间的区别,又不能将它们截然分开。

3. 水生生物和水体生态系统

(1) 水生生物 水生生物是水体的重要组成部分。栖居着生物的水体从纵向可以分为水底区、水层区和水面区三部分。每一水区都栖息着形态、生理和生活方式各异的生物。

水生生物按照生活区的不同可以分为四大生态类群,即漂浮生物、浮游生物、自游生物和底栖生物。

漂浮生物生活在水面区。漂浮植物有水浮莲、凤眼莲、浮萍等,还有某些细菌和鞭毛藻类。漂浮生物生长旺盛时,可以掩盖全部水面,使水面呈现各种颜色,并影响大气与水中气体的交换。

浮游生物生活在水层区,形体微小,游动能力很弱,一般不能逆水移动,只能随波逐流。浮游生物是水生生物中种类最多的一类。按照营养方式不同可分为浮游植物和浮游动物两类。前者为自养性生物,后者为异养性生物。淡水中常见的浮游植物有硅藻、裸藻、绿藻、蓝藻、金藻等。浮游动物以原生动物、轮虫、桡足类和枝角类为主,此外还有一些昆虫的幼虫。浮游生物是鱼、贝、虾类的主要天然饵料。

自游生物主要是鱼类。

底栖生物,一般不能在水中长时间游动,生活习性

有爬行、附着、攀缘、穴居和暂时流动等等。它们又可分为底栖植物和底栖动物两类,还可进一步分为固着、底埋、钻蚀、水底匍匐和水底游等五种生态类群。

(2) 水体生态系统 根据现代公认的定义,生态系统指的是在一定的空间内,生物和非生物成分通过物质的循环和能量的流动而形成的生态学功能单位。简言之,生态系统就是生物群落和非生物环境组成的生态整体。

相应地,水生物和水环境的综合体就是水体生态系统,可具体表述为:在自然界一定的水体空间中,生物与其环境之间相互作用、相互制约的,不断地进行物质与能量交换,不断演变,并在一定的时间内处于动态平衡中的相对稳定的统一整体。

从结构上看,生态系统由生产者(主要是绿色植物,包括浮游的藻类)、消费者(主要是动物,又分为一级消费者——草食动物和二级消费者——肉食动物)、分解者(各种具有分解能力的微生物等)和无生命物质四个部分组成。

生态系统中由取食行为把多种生物彼此连结起来的锁链关系称为食物链,如植物→小动物→大动物。在水体环境中通常是藻类→甲壳虫→小鱼→大鱼,后者以前者为食料。

在一个正常的生态环境中,一定时期内,生产者、消费者和分解者之间都保持着一种动态的平衡关系,这种平衡状态叫做生态平衡。由于系统内外因素的变化,特别是人为的因素对系统产生的影响,可引起系统状态的改变。当一个生态系统的外界人为因素的影响力超过

系统的自我调节能力时,生态平衡就会遭到破坏。

不可忽略的是,水体生态系统中的分解者(主要是微生物),它们虽形体微小,结构简单,但种类繁多(主要分为三大类:细菌、放线菌和真菌),具有共同的结构特点和代谢功能,对水体中有机污染物质的分解和转化起着重要作用。某些微生物还能转化无机物和一些重金属元素,如可使汞甲基化。

4. 水体底质

水体底质是水体的组成部分,底质和水本体可以通过物理、化学、生物、水力等的种种关系彼此密切联系。底质的情况可以反映水体的过去和现在的组成情况,底质是水生底栖生物的家園,也是为水体提供容纳及消除有害物质、贮备各种营养物质的场所。

从保护水体环境的角度看,底质的情况更具重要意义。因为水污染不仅反映于水本体,而且反映于底质。从某种意义上说,底质较水本体更能反映水体环境的污染状况。例如微量的有害金属元素,难以用一般分析手段从水本体中测出,而底质中往往因沉淀而浓度较高,则易于检测。

底质对污染物的作用是双重的。一方面污染物可被底质特有的环境所固定或被消除,使水体自净;另一方面底质中的污染物在一定的条件下,可重返水体,恶化水质。

底质对水体的污染,一是消耗水中的溶解氧,造成底部缺氧状态;另一是沉积的污染物质的再悬浮,造成水体的二次污染。

5. 水体环境条件

根据水流速度,水体环境可分为流动水体(如河流)和静水水体(如湖泊、水库、池沼等)。

(1) **河流水环境条件** 俗话说,流水不腐。流水能不断地输入养分和污染物质,同时也不断输出包括有机体的废弃产物在内的物质。河水的流动使水、气接触面经常搅动和混合,这对河水的复氧十分有利。河流中生活的许多生物对水中溶解氧含量的升降非常敏感。

河流底部的性质对河流中动植物区系的影响很大。沙和粉沙河底不能为底栖生物和水下附生植物提供很多的生存场所;粘土和岩石河底往往对水生物比较有利;而最高生产力的河底是由卵石和砾石组成的,这些石块提供了多种附着面以及许多洞穴和裂缝,使底栖消费者能避开急流的冲击。

河流从源头到入海口,沿途经历了许多变化,特别是上游和下游,无论物理条件和生物特征都有很大差异,不可一概而论,“一视同仁”。

(2) **湖泊水环境条件** 湖泊属于深水环境,水较深,底部光量不足,难以进行光合作用。典型的深水湖泊,夏季有明显的温度分层变化。表水层水暖、密度小;深水层温度较低,常在 4°C 左右;二者之间的温跃层内,温度随深底增加而降低,通常深度每增加1米,温度至少下降 1°C 。我国的青海湖就是这种分层湖的典型。我国东部大多数淡水湖(如洞庭湖、鄱阳湖、太湖、洪泽湖等)水深不超过15米,夏季水温垂直分层不明显。

溶解氧在表水层含量较高,这里浮游植物和其他自