

计算机在农业工程中的应用丛书

主 编 郑学坚
副主编 汪懋华

计算机 在农业生物环境测控 与管理中的应用

白广存等 编著
孙宇瑞 审

清华大学出版社



计算机在农业工程中的应用丛书

主 编：郑学坚

副主编：汪懋华

计算机在农业生物环境 测控与管理中的应用

白广存等 编著

孙宇瑞 审



ND23/04



397756

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书较系统的介绍了计算机技术在农业生物环境检测、控制与管理中的应用。全书共 12 章,分为综述与应用两部分。1,2 章为综述部分,介绍了农业生物环境的构成和农业生物环境工程、计算机测控管理应用技术。3~12 章为应用部分,分述了农田环境生物信息的采集与处理,农田环境气候信息的采集与处理、土壤环境信息的采集与处理、植物电生理信息的采集与处理,模拟温室环境的监测与管理、果蔬贮藏环境的监测与管理、池塘养殖环境的监测与管理、禽类养殖环境的监测与调控、微生物发酵环境监控、农业生物环境的保护与监测技术。

本书供农业生物环境技术人员、农业生物科学技术人员参考。也可作为高等院校电子信息技术、建筑与环境、计算机应用技术等专业的教学参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: 计算机在农业生物环境测控与管理中的应用

作 者: 白广存等

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

因特网地址: www.tup.tsinghua.edu.cn

印刷者: 国防工业出版社印刷厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.75 字数: 390 千字

版 次: 1998 年 2 月第 1 版 1998 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-02779-X/S·7

印 数: 0001~3000

定 价: 22.80 元

计算机在农业工程中的应用丛书

主 编 郑学坚 清华大学教授
中国农业工程学会名誉理事
副主编 汪懋华 中国工程院院士
中国农业大学教授
中国农业工程学会常务理事

序

郑学坚 汪懋华

计算机科学与技术作为一门实用性很强的应用技术在我国农业应用领域逐渐受到重视,尤其在农业工程方面,已被当作工程研究设计及生产的必要手段。中国农业工程学会在1985年成立了电子技术与计算机应用专业委员会就是在此背景下卓有远见的创举。自该专业委员会成立以来,在中国农业工程界中召开了多次学术研讨会,为农业工程技术人员提供了计算机应用研究的学术交流机会,发现了一批农业工程技术领域颇具推广价值的计算机应用技术及相关的专门人才。他们在农业工程中的某些方面应用计算机取得了相当的成果,在实践中总结了丰富的经验。

我们是中国农业工程学会的名誉理事和常务理事,又是电子技术与计算机应用专业委员会的创办人,对中国农业工程领域计算机应用的过去、现状都有过相当的关心和认识,对中国农业工程界的工程技术人员在应用计算机作为研究、处理、设计及生产中的手段也曾潜心观察和总结。

经过长期研究和讨论,电子技术与计算机应用专业委员会认为,目前中国的大、中专院校都已广泛设有“微型计算机原理及应用”必修课程。也就是说,凡是具有中专以上正规院校毕业的工程技术人员,都已具有接受计算机应用技术的基本知识。在农业工程界,也有相当部分中专以上文化水平的工程技术人员会使用微型计算机以解决各自面临的问题。这为中国农业工程学会的电子技术与计算机应用专业委员会提出了宣传、组织、推广计算机在农业及农业工程领域中应用的任务。经过各方接触讨论,认为出版在农业工程的若干方面应用计算机有所成就的专家著作,用以指导农业工程技术人员去实践计算机在农业工程中的应用,是当前最有效、最可行的方法。

农业工程学会电子技术与计算机应用专业委员会的上述设想得到了清华大学出版社的响应和支持,清华大学出版社决定组织出版《计算机在农业工程中的应用丛书》。我们相信,在出版计算机和其它科技图书方面具有丰富经验的清华大学出版社一定会把一套高质量的丛书奉献给中国农业。

本丛书包括农业专家系统及开发工具,农机计算机辅助分析和设计,遥感技术、多媒体技术和计算机图象处理技术在农业工程中的应用,以及计算机在农业生物环境监测与控制、农业水土工程和农机化管理中的应用等方面的图书。

编辑出版本丛书的宗旨是为计算机在农业工程中的应用经验进行总结,将这些应用经验推广普及到各个技术分支,从而对中国的农业起到促进的作用。丛书的服务对象是:凡具有中等专科以上文化水平、曾经在校学过或自修过“微型计算机原理及应用”课程的技术人员。他们应该可以看懂,并学会运用本丛书中的相关内容。

前 言

计算机技术是本世纪中后期迅速发展、广泛应用的新技术。《计算机在农业生物环境测控与管理中的应用》一书,介绍了计算机技术对农业生物环境科学的渗透与应用。

农业生物环境是以生物为中心的综合环境,它由生物环境、物理环境、化学环境构成。生物环境是指生物个体以外的其他生物群落,包括植物、动物、微生物;物理环境是指环境中光、热、水、空气等;化学环境是指环境中的一些化学物质,如土壤和水中的矿物质、盐类,空气中的有害气体等。

生物的生长繁育要求一定的环境条件,这是在漫长的历史选择中形成的,当外界环境因素的变化不利于生物的生命活动时,生物的生长繁育就会受到影响,甚至死亡。

自然界的生物,特别是植物、微生物对环境有很强的依赖性。它们只能通过代谢过程与环境进行物质和能量的交换,达到利用环境和适应环境的目的。

在地球上,一年四季都适于农业生物生长繁育的地域范围是有限的,环境因素的变化也不是对生物总是有利的,这是制约农业发展的重要方面。利用农业工程技术、计算机测控管理技术、人工模拟技术,为农业生物的生长繁育创造一个良好的环境,这是历代生物学家和农业工程学家十分关注的课题。

农业生物环境属于多因子环境,它们随时间和空间变化,它们相互依存,相互制约,这给人工模拟生物环境带来困难。现代计算机技术、自动控制技术、网络通信技术、图象显示技术、多媒体技术的发展以及对农业生物环境科学的渗透,拓宽了农业生物环境的研究领域,为农业生物环境科学的发展提供了新的方法和手段。

计算机测控管理技术在农业生物环境科学中的应用在我国起步较晚,在广度和深度上还远远不能满足农业生物学和农业生产发展的需要。但是,它展示了一个新的方向,可以相信,随着计算机科学的发展及其对农业生物学的渗透,必将促进农业生产由单因素、单目标、静态管理,向多因素、多目标、多层次的管理方向发展,促进传统农业的管理模式向生态环境、自动化管理模式发展。

本书1,2,4,8章由白广存编写;3章由周学秋、吉海彦、严衍禄编写;5章由黄元仿、李保国编写;6章由白广存、洪重阳编写;7章由白广存、王忠义编写;9章由王忠义、白广存编写;10章由滕光辉编写;11章由颜方贵编写;12章由沈德中编写。全书由白广存主持编写并最后修改定稿。

本书由孙宇瑞详细审阅。丛书主编郑学坚教授、汪懋华院士、教授审阅了全书。在本书编印过程中得到许多同志的关心和帮助,在此一并表示衷心感谢。

编写时间仓促,疏漏和不妥之处难免,深望同行、读者指正。

编 者

1997年2月 北京

目 录

1 农业生物环境与农业生物环境工程	1
1.1 农业生物环境的构成	1
1.2 农业生物环境的功能	1
1.2.1 促进能量转换实现能量流动	2
1.2.2 促进生物代谢物质的循环	3
1.2.3 为农业生物的生产提供适宜的环境	3
1.3 环境因子变化对生物的影响	3
1.3.1 光照对生物的影响	4
1.3.2 温度对生物的影响	4
1.3.3 水分对生物的影响	5
1.3.4 二氧化碳对生物的影响	6
1.4 生态系统与生态平衡	7
1.4.1 生态系统的组成	7
1.4.2 生态系统的结构模式	8
1.4.3 生态平衡与物质循环	9
1.5 农业生物环境工程	10
1.5.1 农业生物环境工程的构成与分类	10
1.5.2 农业生物环境工程的功能	11
1.5.3 农业生物环境工程的发展与应用	12
参考文献	13
2 计算机数据采集管理系统应用基础	14
2.1 概述	14
2.1.1 数据采集管理系统的典型结构	14
2.1.2 数据采集管理系统的监控程序	15
2.1.3 数据采集管理系统的基本功能	16
2.1.4 数据采集管理系统的主要技术指标	18
2.1.5 设计数据采集管理系统涉及的一些问题	18
2.2 集中数据采集处理系统	20
2.2.1 集中数据采集处理系统的构成	21
2.2.2 采用单片机的小型数据采集处理系统	22
2.2.3 集中数据采集处理系统的性能特点	23
2.2.4 集中数据采集处理系统的应用	24

2.3	集散型数据采集管理系统	24
2.3.1	现场测控站	25
2.3.2	通信总线	26
2.3.3	监控管理站	32
2.4	分布式数据采集与管理网络	33
2.4.1	现场测控级	33
2.4.2	监控管理级	34
2.4.3	综合管理级	35
2.4.4	通信网络	36
2.4.5	分布式数据采集与管理系统的特 点	38
2.5	计算机测控管理系统的发展与 新技术的应用	39
2.5.1	开放性技术	40
2.5.2	过程 I/O 技术	40
2.5.3	数据库管理技术	41
2.5.4	可靠性技术	42
2.5.5	多媒体技术	43
	参考文献	43

3	农田环境生物信息的采集与处理	45
3.1	概述	45
3.1.1	农田环境生物系统的基本结构	46
3.1.2	农田环境生物系统的信息	47
3.1.3	农田环境生物信息的特点与研究 方法	48
3.2	农田环境生物信息的采集与处理 系统	49
3.2.1	农田环境生物信息采集与处理系 统的组成	49
3.2.2	农田环境生物信息采集与处理系 统的功能	52
3.3	农田环境生物弱信息的增强技术	56
3.3.1	系统背景的消除与降低	57
3.3.2	随机背景的消除与降低	60
3.4	农田环境生物多元信息的提取技术	63
3.4.1	化学计量学方法的应用	63
3.4.2	生物多元信息的提取方法	65
3.5	农田环境生物宏观形态结构信息 的提取	67
3.5.1	计算机图象处理技术的应用	68
3.5.2	图象输入方法	68
3.5.3	图象处理方法	68
3.6	生物信息采集与处理系统在农业 生产中的应用	71
	参考文献	73

4 农田气候信息的采集与处理	74
4.1 农田气候要素及其对生物的影响	74
4.1.1 太阳辐射	74
4.1.2 空气温度	75
4.1.3 空气湿度	76
4.1.4 近地面风速	77
4.1.5 农田气候变化对农业生物的影响	78
4.2 农田气候信息采集与处理系统	79
4.3 农田气候信息采集与处理系统的构成和功能	80
4.3.1 采集处理系统的构成	80
4.3.2 采集处理系统功能的扩展	85
4.4 采集处理系统的数据通信	89
4.4.1 RS-232-C 串行通信总线	89
4.4.2 异步通信适配器	89
4.5 采集处理系统应用软件设计	90
4.5.1 数据采集程序设计	91
4.5.2 风速测量程序设计	92
4.5.3 硬时钟读程序设计	92
4.5.4 系统主程序设计	94
4.6 系统可靠性设计	94
4.7 农田气候信息采集与处理系统的应用	95
参考文献	96
5 土壤环境信息的采集与处理	97
5.1 土壤的构成和物理、化学性质	97
5.1.1 土壤的构成	97
5.1.2 土壤的物理、化学特性	98
5.1.3 盐渍土与土壤水盐运动	99
5.2 土壤信息的采集	101
5.2.1 土壤水盐含量的电磁监测——TDR 法	101
5.2.2 土壤养分的连续流动分析	103
5.3 土壤-作物系统中氮素行为的模拟	104
5.3.1 模拟的目的和方法	105
5.3.2 模型分类	105
5.3.3 所选模拟模型的原理	107
5.3.4 源汇项和数值方法	108
5.3.5 模型运行框图	110
5.3.6 模拟的输入和输出	111

5.3.7	模型的应用	112
5.4	区域水盐监测预报的信息系统——PWSIS	113
5.4.1	PWSIS 总体概要	113
5.4.2	PWSIS 的硬件环境	114
5.4.3	PWSIS 数据库管理子系统	115
5.4.4	PWSIS 矢量数据管理子系统	117
5.4.5	PWSIS 信息应用子系统	118
5.4.6	PWSIS 信息输出子系统	120
5.4.7	PWSIS 的应用	122
	参考文献	122
6	植物电生理信息的采集与处理	123
6.1	植物生理电现象及其研究	123
6.2	植物电生理信息采集与处理系统的构成和功能	124
6.2.1	植物电生理信息的采集	125
6.2.2	电生理信号调理系统	126
6.2.3	系统输入输出接口	128
6.3	植物电生理信息采集与处理系统应用软件设计	128
6.3.1	单项采集处理应用软件设计	129
6.3.2	综合采集处理应用软件设计	129
6.3.3	综合采集处理软件的升级	131
6.3.4	图形处理软件的设计	133
6.4	采集处理系统在植物生理学研究中的应用	134
	参考文献	135
7	模拟温室环境监控与管理	136
7.1	模拟温室及分类	136
7.2	模拟温室的功能及调节系统	137
7.2.1	日光温室的结构	137
7.2.2	模拟温室的功能	139
7.2.3	模拟温室环境因子的调节系统	140
7.2.4	模拟温室的气流组织	142
7.2.5	光照温室热辐射的消除	143
7.3	模拟温室环境监测与调控	144
7.3.1	单片机组成的监控系统	144
7.3.2	温室环境监测系统	148
7.3.3	温室环境控制系统	150
7.4	群体温室的网络管理	153

7.5	模拟温室在农业生物学中的应用	157
	参考文献	158
8	果蔬贮藏环境监控与管理	159
8.1	果蔬贮藏生理基础	159
8.1.1	呼吸作用及其影响因素	159
8.1.2	蒸腾作用及其影响因素	161
8.1.3	生理病害	162
8.2	果蔬贮藏方式及其特点	162
8.2.1	自然冷源贮藏	162
8.2.2	机械制冷贮藏	162
8.2.3	气调贮藏	164
8.3	果蔬贮藏环境监控与管理系统	166
8.3.1	智能监测站	166
8.3.2	机械制冷库的温度调控	168
8.3.3	气调冷藏库的综合调控	168
8.3.4	串行通信总线	168
8.3.5	中心管理机	169
	参考文献	169
9	池塘养殖环境的监控与管理	170
9.1	水产养殖环境的构成和分类	170
9.2	水产养殖环境因子变化对养殖生物的影响	171
9.2.1	水温的影响	171
9.2.2	溶解氧的影响	172
9.2.3	水体透明性的影响	173
9.2.4	水体 pH 值的影响	173
9.3	池塘养殖环境监控系统	173
9.3.1	监控系统的硬件组成	173
9.3.2	监控系统的监测功能	175
9.3.3	监控系统的调控功能	178
9.3.4	监控系统的软件功能	179
9.4	群塘养殖环境监控管理网络	182
	参考文献	183
10	禽类养殖环境监测与调控	184
10.1	环境因子对禽类生长发育的影响	184
10.1.1	环境因子对禽类生长发育的影响	184

10.1.2	禽类适应环境的生理调节机能·····	189
10.2	密闭式鸡舍环境监控系统的组成与功能·····	190
10.2.1	通风降温和通风换气子系统·····	191
10.2.2	加温子系统·····	192
10.2.3	照明子系统·····	192
10.2.4	喂料、集蛋、清粪子系统·····	193
10.2.5	监控主系统·····	194
10.3	控制软件设计·····	204
10.3.1	控制算法·····	204
10.3.2	数据格式·····	207
10.3.3	系统软件总体结构·····	208
10.4	监控系统抗干扰措施和容错设计·····	209
10.4.1	抗干扰措施·····	209
10.4.2	容错设计·····	211
10.5	监控系统的技术性能及其在禽类养殖中的应用·····	211
	参考文献 ·····	213
11	微生物发酵环境监控 ·····	214
11.1	微生物发酵所需的外界条件和工艺要求·····	214
11.1.1	微生物发酵适宜的外界条件·····	214
11.1.2	微生物发酵的工艺要求·····	217
11.2	微生物发酵罐自动监控系统·····	220
11.2.1	传感器·····	220
11.2.2	主要参数的自动调节和测定·····	222
11.3	微生物发酵罐的计算机监控·····	230
11.3.1	计算机的监控功能·····	230
11.3.2	计算机生产管理与调度·····	234
	参考文献 ·····	235
12	农业生物环境污染监测 ·····	236
12.1	概述·····	236
12.1.1	环境污染是人类所面临的严重挑战·····	236
12.1.2	环境污染的种类与来源·····	237
12.1.3	环境污染监测的发展·····	240
12.2	环境污染自动监测系统·····	241
12.2.1	监测装置·····	241
12.2.2	遥控遥测装置·····	242
12.2.3	数据处理系统·····	243

12.3	环境污染自动监测系统的运行方式·····	244
12.3.1	监测子站的结构与运行方式·····	244
12.3.2	监测中心站的结构与运行方式·····	245
12.4	遥测·····	246
12.4.1	被动遥测·····	247
12.4.2	主动遥测·····	247
12.5	遥感监测·····	248
12.5.1	遥感监测的工作方式·····	248
12.5.2	大气污染遥感监测·····	249
12.5.3	水污染遥感监测·····	250
12.5.4	地面污染遥感监测·····	250
参考文献 ·····		251

1 农业生物环境与农业生物环境工程

农业生物环境是以生物为中心的物理、化学环境。农业生物环境为农业生物的生长、繁育提供外界环境条件,维持生物生产、生态平衡以及物质和能量的循环。

本章介绍农业生物环境的构成、功能以及环境变化对农业生物的影响;介绍农业生物环境工程的发展与应用。

1.1 农业生物环境的构成

农业生物环境是以农业生物为中心的周围自然环境,包括农业生物进行生理代谢的能源——光辐射;代谢的媒介——土壤、水和大气;代谢的循环物质—— CO_2 、 O_2 、 H_2O 、 H_2S 、矿物质等以及生物个体之外的其他生物群落。

农业生物环境类型很多,按环境的性质不同分为:物理环境、化学环境和生物环境。物理环境指环境中的光、热、水、气以及建筑;化学环境是指环境中的化学物质,包括土壤和水中的盐类、离子(K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mn^{2+} 等),空气中的有害气体,如 CO 、 H_2S 、 NH_3 等;生物环境是指生物个体以外的其他生物群落,包括土壤、水、空气中的微生物,生长的各类植物以及活动的各类动物。

按农业生物进行代谢的媒介不同分为:土壤环境、水环境和大气环境。土壤环境为各种植物的生长发育提供水分和养分,又是各种微生物良好的栖息地,约有 90% 的微生物活动在土壤中;水环境为各类水生物,如鱼类、藻类、各种浮游生物等提供了生长、发育所需的氧气、各种营养物质等;大气环境不仅为各种农业生物的生长、发育提供了所需的光、热、气,而且为生物与外界进行物质和能量的交换提供媒介和通道。

农业生物环境按系统不同分为自然环境和工程环境。土壤环境、水环境、农田环境等,属于自然环境。自然环境是一个开放系统,它与外界大环境有频繁的物质和能量的交换,受大环境变化的制约和影响,环境因子难以控制。工程环境,如温室、贮藏室、组织培养室、水培园艺室等,属于人工环境。它系统较小,同外界大环境有一定的联系,但生物与环境的物质和能量的交换基本在系统内进行。工程环境受外界影响较小,环境的主要因子,如光、温、湿等可以调控,它可为农业生物的生长繁育创造良好的条件。随着集约化、专业化、工厂化生产的发展,农业生物工程环境将有良好的发展及应用前景。

1.2 农业生物环境的功能

农业生物环境是农业生物赖以生存的环境,它维持生物生产、物质循环、能量流动和生态平衡。

1.2.1 促进能量转换实现能量流动

太阳光辐射是农业生物环境系统能量的来源,也是系统进行代谢的动力。光辐射通过光化学效应、光热效应、光电效应,实现能量的转换和流动。

太阳是一个进行剧烈热核反应的炽热的气体星球,它不停地以电磁波的形式向四周空间辐射能量。据科学推算,太阳的平均温度约为 6000K,它每秒钟向地球辐射的能量约为 3.8×10^{26} J,相当于每秒钟燃烧 115 亿 t 煤炭所释放的能量。

太阳辐射穿过大气层辐射到地球表面,由于大气中 O_3 , H_2O , CO_2 和尘粒等的吸收、反射、散射,透射到地球表面的辐射受到很大的衰减,到达地球表面的太阳辐射,仅占太阳辐射的 48%。

大气层对太阳辐射的吸收,各波段并非是均匀的,臭氧(O_3)层对紫外波段有强烈的吸收,大气中的水分、二氧化碳等,对红外波段的辐射有强烈的吸收,故到达地球表面的太阳光谱发生了很大的变化,图 1.1 为太阳辐射在地球大气层上的光谱分布。

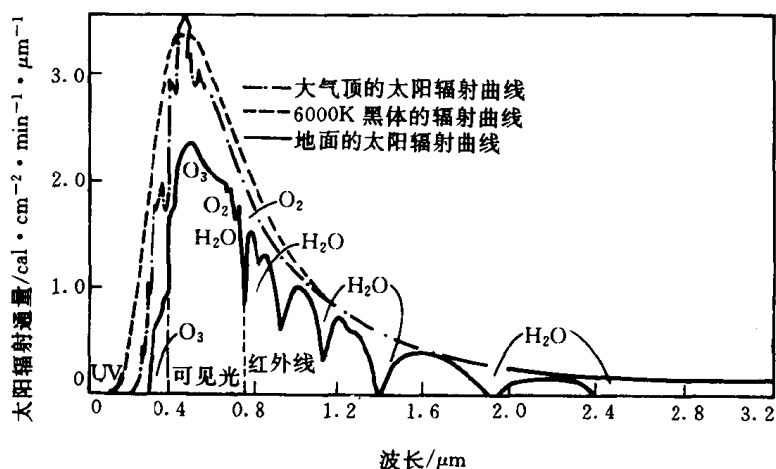


图 1.1 太阳在地球大气层上的光谱分布

大气层上界的太阳辐射光谱是波长从近于零至无限大的连续光谱。但从 170nm ~ 4000nm 波长内的光能量却占到总能量的 99%,峰值能量波段在 270nm。

到达地球表面的太阳辐射光谱范围约 300nm ~ 3000nm,其中能量分布:290nm ~ 780nm 的可见光占 47%;780nm ~ 4000nm 的红外光占 46%。

绿色植物从土壤、空气中吸收 CO_2 和 H_2O ,利用太阳的辐射能,进行光合作用,将无机物合成为有机物,将光能转换为化学能。不过真正参与光合作用过程的太阳辐射,为 400nm ~ 700nm 波段的光,只占照到植物叶片上总辐射能的 3.5%,是太阳辐射能的很小一部分,称为生理辐射。

太阳辐射的红外光,有较强的光热效应,能将光能转换为热能,可保持生物有常温常压的物理环境,以利于水分的吸收和形态的建成。

1.2.2 促进生物代谢物质的循环

物质是生物进行新陈代谢的物质基础,物质循环才使生物具有生命力。

植物在新陈代谢活动的过程中,需要吸收多种营养元素,其中有大量营养元素,如 N, P, K; 也有需要量较小的微量元素,如 Cu, Mn, B, Zn 等。这些物质最初都是以矿物的形式为植物所吸收的,通过光合作用将无机物转化为有机物,结合到生物的细胞内。

动物以植物为营养,通过生理功能建造有机体并排泄废物。

土壤、水、空气中的微生物,将环境中的动物、植物的尸体,经矿化和分解,将有机物又转化为矿物质,重新释放到自然环境中,待植物再吸收,再利用。

物质由环境通过植物的光合作用进入生物体,又通过微生物的分解、矿化返回到环境中,实现自然界物质的循环。环境中的水、大气、土壤作为物质循环的媒介,带动了物质的循环,确保自然界中物质的循环畅通无阻。

生物是农业生物环境的主体,它由植物、动物、微生物组成并结合成一定的生物群落生存着。植物是有机物的生产者,动物是有机物的消费者,成千上万的微生物则是有机物的分解者。维持生态平衡,才能使物质的循环畅通无阻。系统一旦失去生态平衡,物质循环和能量流动受阻,生态环境将受到破坏,失去生命力,这方面的教训是很多的。

1.2.3 为农业生物的生产提供适宜的环境

农业生物的生产可概括为遗传加环境两个因素。遗传决定生物生长发育的潜在能力,环境则决定生物遗传的优势能否得以充分发挥。

生物生产为人类提供了丰富的食品 and 营养,所以实现优质、高产是农业生产的重要任务。选育优良品种,科学灌水、施肥是推动农业生产的有效手段。但是,为农业生物生产创造良好的生态环境条件,进一步挖掘农业生物生产的潜力,在当前生产水平下更具有重要意义。

生物生产的本质在于将太阳的光能转化为生物的化学能。农业生产采用间套技术,改生物平面用光为立体用光,提高了光能的利用率;增加人工光源,补充自然光照时数和强度的不足,增强光合作用,实践证明,是行之有效的增产措施。

生物生产是生物综合利用环境的结果。发展生物工程环境,模拟生态环境,为农业生物的生长、繁育创造适宜的物理、化学综合环境,使生物与环境得到统一,使生物潜在的遗传优势得到充分的发挥,是农业生物科技人员长期的战略任务。

1.3 环境因子变化对生物的影响

所有的生物,进行正常的生命活动都要求一定的环境条件,包括物理、化学和生物环境条件。环境因子也从不同的方面对生物的生长、繁育产生影响。但环境因子在不同的条件下起着不同的作用。分析环境因子对生物的影响及其相互关系,为生物的生长、繁育创造更适宜的条件是十分重要的。

1.3.1 光照对生物的影响

太阳光是一切生物进行生命活动的起始能源。光通过光化学效应、光电效应、光热效应,实现光能的转换和能量的流动。

光对生物的影响来自两个方面,一为生物的生理代谢提供能量;二为生物形态的建成提供适宜的温度。

生物的光反应是通过3个系统完成的:植物叶片通过叶绿素吸收660nm附近的光波进行光合作用,将光能转换为化学能,以有机物的形式贮存起来;植物色素吸收660nm和730nm的光波,用于光形态的建成;胡萝卜素则吸收450nm附近的光波用于高能量形态的建成。

光强的变化影响着植物的光合作用和呼吸作用。植物在生命活动的过程中,进行着光合作用和呼吸作用。光合作用固定二氧化碳,产生单糖;呼吸作用释放二氧化碳,吸收氧气,氧化碳水化合物,为植物体内各种生物化学作用提供能量。呼吸作用是光合作用的逆过程。

一般光合作用在日出时开始,但速度很慢,经过一段时间后,固定二氧化碳的速度才超过释放二氧化碳的速度。光合作用与呼吸作用相等时的光强度,称谓光补偿点。在光补偿点以上,植物的光合作用速度一般随光强度的增加而增加,且在较大范围内呈线性关系。当光合作用速度变得与光强度的增加无关时,此时的光强称为光饱和点。

不同类型的植物,固定二氧化碳的速度差别很大,热带作物(玉米、高粱、甘蔗)吸收二氧化碳的速度随光强增加呈线性增长,对光的依赖性强。另一些作物,如大豆、糖甜菜等,相对地,光饱和点低,固定二氧化碳的速度对光的依赖性差。

据统计,农作物对光能的利用率仍是很低的。

(1) 入射到作物上的太阳辐射,约有25%被反射和透射。

(2) 植物可利用的生理辐射(400nm~700nm)能量,约占太阳光谱总能量的41%。

(3) 还原1mol二氧化碳形成碳水化合物约需112kcal*的能量。在可见光波段部分,还原1mol二氧化碳,大约要3mol光量子的可见光。实际能量转化的量子效率仅为20%。

实际计算,太阳到达地面的总辐射能量,仅有6%转化为碳水化合物的化学能,而实际的农业生产水平,光合作用效率还没有达到6%,仅为1%左右。研究光能的转化,提高光合效率,是提高农业生产的重要课题。

730nm以上的光波,植物基本不吸收,但730nm以上光波的光热效应强,有利于提高植物体的温度,促进植物形态的建成和对水分的吸收。

太阳光照有周期性的季节变化和日变化,这使动物的活动和植物的生长也产生周期性变化。动物有休眠、迁移,作物则有夏种秋收,秋种夏收的周期变化。

1.3.2 温度对生物的影响

生物体内的所有化学过程,都需要在一定的温度条件下才能完成。

* 1kcal=4.1868kJ。