

寿光棚室蔬菜

生产实用

新技术

朱振华 编著

山东科学技术出版社

WWW

WWW.SDPT.PRESS.COM.CN



寿光棚室蔬菜

生产实用新技术

朱振华 编著



山东科学技术出版社

寿光棚室蔬菜生产实用新技术

朱振华 编著

出版者: 山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路16号

邮编:250002 电话:(0531)2065109

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@jn-public.sd.cninfo.net

发行者: 山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路16号

邮编:250002 电话:(0531)2020432

印刷者: 山东省东营市新华印刷厂

地址:山东省广饶县城东路41号

邮编:257300 电话:(0546)6441693

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:41 印张

字数:931 千字

版次:2001年4月第1版第1次印刷

印数:1—5000

ISBN 7-5331-2850-8

S·544

定价:56.00 元

前 言

寿光的蔬菜生产,历史悠久。早在北魏时期,寿光籍著名农学家贾思勰便总结了包括寿光以及黄河中、下流域地区的农业种植、养殖经验,写出了世界上第一部堪称农业百科全书式的名著《齐民要术》,对后世的农业生产产生了深远影响。

寿光人继承和发扬了先人的优良传统,在长期的生产实践中积累了丰富的种菜经验。但在旧的生产关系的束缚下,蔬菜生产不可能有大的快的发展。中共十一届三中全会以后的20余年中,在改革、开放的方针指导下,寿光人把发展蔬菜生产作为发展农村经济的重点项目,通过调整农业内部结构,迅速扩大了蔬菜种植面积,使全市菜田面积由1980年的0.59万公顷,至2000年扩大为4.7万公顷,全市菜田面积占总耕地面积9.4万公顷的49.6%。以全国劳动模范、农民高级农艺师、三元朱村党支部书记王乐义为代表的寿光农民,勇于在实践中探索,在开拓中创新,于1989年创建了一年四季都能栽培喜温性蔬菜的园艺设施——寿光冬暖塑料大棚,开创了寿光蔬菜生产技术发展的新纪元。并率先在我国北方地区实验示范和大面积推广应用,变蔬菜露地一年一季栽培,为冬暖塑料大棚保护地一年四季都栽培,从而实现了蔬菜全年生产,周年供应,淡季不淡,四季常鲜。在寿光乃至全国引发了一场农业产业化革命。至2000年,寿光冬暖塑料大棚菜田面积已发展到2万公顷,大、中、小塑料拱棚菜田面积已扩大为1.7万公顷,分别占全市菜田面积的42.9%和35.7%。全市年总产蔬菜32亿千克,仅蔬菜一项年收入30亿元,人均占有2885元。伴随着寿光棚室蔬菜生产的迅速发展,兴办的寿光蔬菜批发市场,占地面积36.7公顷,年交易蔬菜25亿千克,交易额达25亿元,1995年该市场被国务院经济研究发展中心选入《中华荣誉大典》,誉称“中华之最”,是全国十大农副产品市场之一。寿光在农业现代化建设中加大了“科技兴农”力度,引进推广了20多个国家的100多项蔬菜种植技术和400多个蔬菜新品种。重点建设了具有寿光特色的冬暖大棚蔬菜高科技万亩示范园,以蔬菜为主的农业高科技走廊、国家级农业现代化示范区等示范工程,为全省乃至全国的蔬菜生产探索出了一条新的路子,也使寿光实现了经济快速增长和社会事业全面进步,连续三届进入全国农村综合实力百强县(市)行列,1995年被国家命名为“中国蔬菜之乡”,1997年被山东省确定为农业现代化试点市。寿光每年派

往外地指导蔬菜生产的技术人员有 3000 多名。并派员到日本、美国、荷兰、以色列、委内瑞拉等国种菜,交流学习种菜技术。外地每年来寿光参观的有 4 万多人,来参观者都希望能把寿光的蔬菜生产技术经验编写成书,以便指导更多的菜农提高棚室蔬菜生产技术。笔者是寿光籍人,又是一名曾在农业科研单位和农业技术推广部门从事农业科技工作 40 余年的退休人员,并因多年从事寿光棚室蔬菜技术推广工作,而对寿光蔬菜的发展情况和冬暖塑料大棚保护地反季生产蔬菜的实用技术比较熟悉。所以认为,虽退休了,但为人民服务的思想和本职不能退休。为此,编著了这本《寿光棚室蔬菜生产实用新技术》。希望通过此书能为全国各地的棚室蔬菜生产提供技术服务,成为广大农民朋友从事蔬菜生产的得力助手和致富的益友。

《寿光棚室蔬菜生产实用新技术》以浅显的文字和通俗的语言,讲解了 7 种寿光冬暖塑料大棚的规划、设计、建造结构、建筑方法和采光、保温等性能的原理以及棚内环境调控技术。还翔实地介绍了寿光市近年来发展棚室蔬菜生产的主要技术经验,和利用冬暖塑料大棚保护地,对 30 多种主栽蔬菜实行反季翻茬栽培的新技术。对可能发生的多种蔬菜病虫害的传播危害情况进行了分析,并介绍了多种最新防治方法。同时,还介绍了适于冬暖塑料大棚保护地秋冬茬、越冬茬、冬春茬、越夏茬栽培的不同类型蔬菜国内外优良品种千余个,以供广大农民朋友选择应用。

由于时间仓促,加之笔者水平有限,本书难免有不妥甚至纰缪之处,敬请广大读者提出宝贵意见,以便再版时改正。

编 者

于山东省寿光市

目 录

第一章 寿光冬暖塑料大棚	(1)
一、寿光冬暖塑料大棚的规划布局和设计	(1)
(一)大棚建设场地的选择.....	(1)
(二)大棚群的布局规划.....	(2)
(三)冬暖塑料大棚的总体尺寸.....	(4)
二、寿光冬暖塑料大棚的类别、结构、建造及性能特点.....	(10)
(一)大棚Ⅰ的结构、建造及性能特点.....	(11)
(二)大棚Ⅱ的结构、建造及性能特点.....	(17)
(三)大棚Ⅲ的结构、建造及性能特点.....	(20)
(四)大棚Ⅳ的结构、建造及性能特点.....	(23)
(五)大棚Ⅴ的结构、建造及性能特点.....	(24)
(六)大棚Ⅵ的结构、建造及性能特点.....	(26)
(七)寿光简易竹木型冬暖塑料大棚的结构、建造及性能特点.....	(29)
第二章 寿光冬暖塑料大棚蔬菜生产环境条件的调控	(33)
一、冬暖塑料大棚内光照条件的特点及其调控.....	(33)
(一)光照特点	(34)
(二)光照的调节	(36)
二、冬暖塑料大棚内温度条件的特点及其调节.....	(38)
(一)温度特点	(38)
(二)大棚蔬菜作物的高、低温障碍害及其表现.....	(40)
(三)冬暖塑料大棚的保温和温度调节	(41)
三、冬暖塑料大棚内气体条件的特点及其调节.....	(44)
(一)气体条件的特点	(44)
(二)气体调节	(46)
四、冬暖大棚内土壤营养的特点及其调节.....	(49)
(一)土壤营养特点	(49)
(二)土壤营养的调节	(50)
第三章 寿光冬暖大棚蔬菜高产高效栽培经验概说	(52)
一、采用性能优良的园艺设施.....	(53)
二、采用优良品种.....	(53)
三、大量施用有机肥.....	(55)
四、采用先进的育苗方法.....	(56)

五、实行高垄地膜覆盖技术·····	(58)
六、采用嫁接技术·····	(59)
七、对瓜类,茄果类蔬菜作物,实行“窝里放炮”施饼肥、座水定植方法定植·····	(60)
八、推行追施二氧化碳气肥技术·····	(61)
九、合理确定播种期,加强花芽分化期的管理·····	(61)
十、不断调整大棚蔬菜的种植布局·····	(62)
(一)人无我有·····	(62)
(二)人少我多·····	(63)
(三)人多我优·····	(63)
(四)冬暖大棚保护地与其他保护地及露地蔬菜生产相配合·····	(64)
第四章 冬暖大棚茄果类蔬菜生产技术·····	(66)
一、西红柿生产技术·····	(66)
(一)概述·····	(66)
(二)生物学性状·····	(68)
(三)生育期及生育特点·····	(70)
(四)西红柿对环境条件的要求·····	(71)
(五)主要优良品种·····	(74)
(六)冬暖大棚西红柿冬春茬高效益栽培技术·····	(90)
(七)冬暖大棚西红柿伏茬高效益栽培技术·····	(103)
(八)冬暖大棚西红柿秋冬茬高效益栽培技术·····	(109)
(九)冬暖大棚西红柿越冬茬高效益栽培技术·√·····	(114)
(十)冬暖大棚保护地西红柿病害防治技术·√·····	(118)
(十一)冬暖大棚保护地西红柿虫害防治技术·√·····	(155)
二、辣椒生产技术·····	(161)
(一)概述·····	(161)
(二)主要特征特性及生育周期·····	(162)
(三)类型和品种·····	(164)
(四)冬暖大棚菜椒栽培技术·····	(179)
(五)冬暖大棚菜椒病害防治技术·····	(188)
(六)冬暖大棚菜椒虫害防治技术·····	(204)
三、茄子生产技术·····	(204)
(一)概述·····	(204)
(二)特征特性·····	(205)
(三)类型和品种、杂交种·····	(208)
(四)冬暖大棚茄子秋冬茬、越冬茬、冬春茬栽培技术·····	(215)
(五)冬暖大棚茄子病害防治技术·····	(225)
(六)冬暖大棚茄子虫害防治技术·····	(236)
四、香瓜茄(人参果)·····	(239)

(一)品种和植物学性状·····	(239)
(二)对环境条件的要求·····	(240)
(三)冬暖大棚香瓜茄栽培技术·····	(240)
(四)香瓜茄的病虫草害防治技术·····	(243)
第五章 冬暖大棚瓜类蔬菜生产技术·····	(245)
一、黄瓜生产技术·····	(245)
(一)生物学性状和生育周期及对环境条件的要求·····	(245)
(二)栽培品种及选用品种的技术原则·····	(254)
(三)黄瓜嫁接育苗技术·····	(264)
(四)冬暖大棚黄瓜高产高效栽培技术·····	(269)
(五)冬暖大棚黄瓜病害防治技术·····	(281)
(六)冬暖大棚黄瓜虫害防治技术·····	(309)
二、西葫芦生产技术·····	(315)
(一)类型和品种·····	(315)
(二)生物学性状和对环境条件的要求·····	(319)
(三)冬暖大棚嫁接西葫芦高产高效栽培技术·····	(321)
(四)冬暖大棚西葫芦病害防治技术·····	(330)
(五)冬暖大棚西葫芦虫害防治技术·····	(334)
三、丝瓜生产技术·····	(334)
(一)植物学特征和生物学特性·····	(335)
(二)类型及品种·····	(336)
(三)冬暖大棚丝瓜栽培技术·····	(341)
(四)冬暖塑料大棚保护地丝瓜病虫草害防治技术·····	(346)
四、苦瓜生产技术·····	(349)
(一)新优品种·····	(350)
(二)生物学性状和对环境条件的要求·····	(354)
(三)冬暖大棚苦瓜高产高效栽培技术·····	(356)
(四)苦瓜病害防治技术·····	(367)
(五)苦瓜虫害防治技术·····	(369)
五、冬瓜(节瓜)生产技术·····	(371)
(一)冬瓜(节瓜)的生物学性状及生育过程·····	(372)
(二)冬瓜(节瓜)的类型及优良品种·····	(375)
(三)冬瓜(节瓜)冬暖大棚反季高产高效栽培技术·····	(380)
(四)冬暖大棚冬瓜(节瓜)病虫草害防治技术·····	(385)
六、佛手瓜生产技术·····	(391)
(一)生物学性状及对环境条件的要求·····	(391)
(二)品种类型和杂交优势利用及杂交制种技术·····	(393)
(三)冬暖大棚佛手瓜多年生栽培技术·····	(394)

七、西瓜生产技术	(397)
(一)生物学性状及对环境条件的要求	(397)
(二)类型及品种	(401)
(三)冬暖大棚西瓜反季翻茬栽培技术	(414)
(四)西瓜病害防治技术	(426)
(五)西瓜虫害防治技术	(431)
八、厚皮甜瓜生产技术	(431)
(一)生物学性状、生育周期及对环境条件的要求	(432)
(二)类型及适于棚室栽培的主要品种	(435)
(三)冬暖大棚厚皮甜瓜栽培技术	(449)
(四)棚室厚皮甜瓜病害防治技术	(466)
(五)棚室厚皮甜瓜虫害防治技术	(476)
第六章 冬暖大棚豆科蔬菜生产技术	(477)
一、菜豆(芸豆)生产技术	(477)
(一)菜豆与棚室栽培有关的特性	(478)
(二)类型及优良品种	(481)
(三)冬暖大棚菜豆栽培技术	(489)
(四)冬暖大棚菜豆病虫害防治技术	(499)
二、豇豆(豆角)生产技术	(504)
(一)与棚室生产有关的豆角的植物学特征和生物学特性	(505)
(二)类型及常用优良品种	(508)
(三)冬暖大棚豆角栽培技术	(511)
(四)冬暖大棚豆角病虫害防治技术	(516)
三、扁豆生产技术	(521)
(一)植物学特征和生物学特性	(521)
(二)类型和品种	(523)
(三)冬暖大棚扁豆栽培技术	(524)
(四)冬暖大棚扁豆病虫害防治技术	(528)
四、菜豌豆生产技术	(531)
(一)生育性状及对环境条件的要求	(532)
(二)类型及优良品种	(533)
(三)棚室保护地菜豌豆反季栽培技术	(537)
(四)棚室菜豌豆病虫害防治技术	(542)
第七章 冬暖塑料大棚保护地叶、茎、花、根类蔬菜栽培技术	(546)
一、香椿生产技术	(546)
(一)植物学性状和对环境条件的要求	(547)
(二)香椿种类与地方优良品种	(548)
(三)大棚香椿高产高效栽培技术	(549)

二、寿光盖韭生产技术	(556)
(一)概述	(556)
(二)植物学性状、生物学特性及对环境条件的要求	(557)
(三)类型及主要优良品种	(562)
(四)寿光盖韭生产新技术	(564)
三、芹菜生产技术(附茺荳)	(575)
(一)生物学性状及对环境条件的要求	(576)
(二)类型及优良品种	(578)
(三)大棚芹菜栽培技术	(581)
(四)大棚茺荳栽培技术要点	(584)
(五)芹菜和茺荳病害、虫害防治技术	(585)
四、莴苣笋生产技术(附茺蒿)	(589)
(一)莴笋的特征特性及对环境条件要求	(590)
(二)目前采用的莴苣笋品种	(591)
(三)大棚莴笋栽培技术	(593)
(四)大棚茺蒿栽培技术要点	(597)
(五)莴笋和茺蒿病害、虫害防治技术	(599)
五、绿菜花生产技术	(604)
(一)生物学性状及对环境条件的要求	(605)
(二)类型及主要优良品种	(606)
(三)冬暖大棚绿菜花栽培技术	(612)
(四)绿菜花病虫害防治技术	(616)
六、夏伏茬萝卜、大白菜、菠菜生产技术	(621)
(一)萝卜、大白菜、菠菜相同和类似的生物学特征	(621)
(二)萝卜、大白菜、菠菜在冬暖大棚夏伏茬栽培的技术要点	(626)
(三)夏伏茬萝卜、结球大白菜、菠菜病虫害防治技术	(630)
第八章 冬暖大棚新型芽苗菜生产技术	(636)
一、芽苗菜高效种植技术——绿色大豆芽	(637)
(一)利用大棚生产绿色大豆芽菜的特点	(637)
(二)生产绿色大豆芽菜的新技术	(637)
二、系列活体芽苗菜生产技术	(639)
(一)生产场地及设施条件的选择	(639)
(二)生产芽苗菜的主要设备	(640)
(三)新型芽苗菜的栽培技术	(641)
三、芽苗菜生产中出现的几个问题	(643)
(一)烂种	(643)
(二)芽苗不整齐	(644)
(三)芽苗纤维过多,欠嫩泽	(644)

第一章

寿光冬暖塑料大棚

寿光冬暖塑料大棚,为坐北朝南、前坡大后坡小、东西向伸长的塑料薄膜日光温室,是全国劳模、中共十五大代表、山东省寿光市孙家集镇三元朱村农民高级农艺师王乐义带领本村菜农于1989年研制成功的。在研制此大棚中,由于以原寿光单斜面塑料大棚(土温室)为基础,参考了辽宁省瓦房店节能塑料日光温室的某些结构及用材特点,并依据建造日光温室的有关理论和当地的地理纬度、土地等自然条件,对大棚的采光增温、御寒保温性能等方面进行了改良,所以这种大棚光能利用率高,增温、保温性能强,节能效果显著,经济实用,结构安全可靠,抗风雪能力较强,造价较低,经济效益显著,易于推广应用,适用于我国北纬 41° 以南冬季不太严寒的地区,是目前推广应用面积最大的一种大棚。

现将寿光冬暖塑料大棚的建造技术介绍如下:

一、寿光冬暖塑料大棚的规划布局和设计

(一)大棚建设场地的选择

建造寿光冬暖塑料大棚的场地,要求避风向阳,地势平坦,土质肥沃,灌排方便,四周无高大建筑物,光照和通风条件好,无空气、水质污染。具体要求是:

1. 场地位置条件

冬暖塑料大棚是投资较大的固定园艺设施,应用年限较长,为便于管理,应集中建设,且应选择有发展前途,能不断扩大建棚,形成大棚群的场地。在农村,将大棚建于村南比村北好,但不宜与住宅区混建;在城市郊区,不宜将大棚建在工厂下风地段,以免受污尘毒烟危害,以利发展绿色食品蔬菜(无公害蔬菜);在山区,可借用自然避风向阳的高坎、土崖、围墙作挡风墙建造大棚,可节省材料费用,且挡风保温贮热性能良好。

2. 光照和通风条件

太阳光是大棚的主要热源资源,必须选择具有充足光照条件的场地建大棚。东、西、南三面的建筑物及树木离建大棚基地的距离,应等于或大于“冬至”正午时物体高度投影的距离。例如,在北纬 33° 地区,“冬至”正午时太阳高度角度为 $33^{\circ}55'$,物体投影的距离为高度的1.5倍左右;在北纬 37° 地区,“冬至”正午时太阳高度角为 $29^{\circ}33'$,物体投影的距离为高度的1.8倍左右;在北纬 40° 地区,“冬至”正午时太阳高度角为 $26^{\circ}33'$,物体投影的距离为物体高度的2倍左右。建大棚场地的地势,以坡降 $8^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 为好,以延长日照时间,增加早春棚内地温,促进蔬菜生长。因在早春及初夏的午间,棚内温度较高,需要及时通风换气降温,所以选建大棚的场地,还应具备较好的通风条件。但不可将大棚建于风口处或高台地上,以防大风危害。

3. 土壤条件

大棚蔬菜栽培,一般是多茬次立体高产栽培,因此要求良好的土壤条件。最好是选用物理性状良好,耕层疏松,富含腐殖质的肥沃土壤。其优点是吸热性能强、透水透气性好,适耕性强,有利于根系生长。并要求前茬在3~5年内未种植瓜类、茄果类蔬菜作物,以减少病害发生。

4. 水利和电力条件

建大棚的场地,还要求地下水位较低,排水良好。如果地势低洼,地下水位较高,会导致棚内湿度过大,土壤升温缓慢,蔬菜根系生长不良,易感病害。大棚场地要求水源充足,水质良好,冬季水温较高,以深井水为宜。如果大棚场地具备良好电源,不仅便于提水浇地或实行滴灌、渗灌,不会明显因浇水而降低地温,易于控制棚内温度,有利于棚内蔬菜生长,而且还可采用电热线育苗或电热线补温。在遇到连续阴雪天气的情况下,还可在棚内设挂电灯,补充棚内光照,对蔬菜大棚栽培更为有利。

5. 交通运输条件

要建设大棚群,大规模实施大棚蔬菜商品化生产,必须考虑到交通运输问题。因此,大棚建设场地,要选择交通方便,离住处不太远的地方,以便于管理和对所产鲜菜及时运输销售。

(二) 大棚群的布局规划

1. 先行规划,实行规模化生产

在大棚建造场地选定后,首先要根据场地的地形、面积和形成大棚群实行蔬菜规模化生产的要求,进行总体规划,绘制出大棚布局平面图,按图合理布局。要对建造大棚的场地中农民承包的零散土地,统一规划为蔬菜生产责任田,实行连片大面积承包,发展大棚蔬菜生产,形成大棚蔬菜生产集中区。

2. 大棚群的布局

寿光冬暖塑料大棚的群体,多采用与主路对称的布局。常以南北伸延的路为主路,路东西两侧建造数排大棚,对称排列。各侧的数排大棚群体要分成数个单元,单元间设纵横道路,道路宽4~6米,以保证双排卡车能够通过。大棚群间的主路和群体单元纵横生产路,要与公路相通,以便于运输蔬菜。

3. 合理确定同列大棚前后相邻排间的距离

以一年中北半球地区的太阳高度最低,物体投射阴影最长的“冬至”这天,前排大

棚脊最高遮荫点(包括草苫捆)所产生的阴影遮荫不影响后排大棚的采光为标准,来计算确定同列大棚前后排间的距离(即同列前排冬暖塑料大棚的后墙根到后排冬暖塑料大棚的前沿)。而棚脊(含卷起的草苫高度)的有效遮荫系数(向正北方向投射的阴影才为有效阴影)主要与棚脊高度、太阳高度角、方位角有关,而太阳高度角、方位角又随季节和一天中的时刻不同而变化。在北半球,地理纬度越高的地区,“冬至”的太阳高度角越小,有效遮荫系数最大,同样的棚脊高度,投射的有效阴影越长。在冬至这天内,以正午的有效遮荫系数最小(即太阳高度角余切函数最小),而以离正午4小时(例如正午为12时时,指8时和16时)时的遮荫系数最大,约等于正午有效遮荫系数的2倍。因此,冬至正午的有效遮荫系数(太阳高度角余切函数值)乘以2,再乘以棚脊最高遮荫点高度,便是棚脊最高遮荫点高度投射的阴影最长有效遮荫长度。此遮荫长度减去棚脊最高遮荫点至后墙内侧水平距离,再减去后墙底宽,便是同列前后相邻大棚间的合理距离。可用下式计算:

$$\textcircled{1}L = H \cdot 2b - L_1 - L_2; \textcircled{2}b = \text{ctg}h$$

在①式中: L 为同列前后相邻冬暖大棚的合理间距(米),即前栋大棚的后墙根至后栋冬暖大棚的前沿之距。

H 为冬暖大棚的棚脊最高遮荫点高度(含卷起的草苫捆的直径高度)。

D 为冬至正午时的有效遮荫系数,即冬至正午太阳高度角的余切函数值。

L_1 为冬暖大棚的棚脊最高遮荫点到后墙内侧的水平距离(在寿光此距离为1米)。

L_2 为冬暖大棚后墙底宽,即后墙下部厚度(在寿光,下挖式冬暖大棚的后墙基部厚度为2.5米,平地建造的冬暖大棚后墙的上、下厚度一样大,墙底宽度为1米)。

在②式中, h 为冬至正午时的太阳高度角。 $h = 90^\circ - \text{当地纬度} + \text{赤纬度}$ (赤纬度即太阳直射点所在的纬度,冬半年取负值,冬至时的赤纬度为 $-23^\circ 27' \approx 23.5^\circ$)。依据 h 值(冬至时当地太阳高度角度数),从表1-4中(或中学生数学用表中)查出 h 角的余切函数(ctg),便是有效遮荫系数 b 值。

例如,要在位于北纬 36° 的济南郊区建造冬暖塑料大棚群,设计的大棚高度为3米,棚脊上草苫捆直径高0.45米,棚脊最高遮荫点至后墙内侧的水平距离为1米,后墙底宽为1.2米。那么,同列前后相邻排冬暖塑料大棚间的合理间距应是多少米呢?

计算方法是:

先求出此处冬至正午时的太阳高度角(h)度数。可用下式求出: $h = 90^\circ - \text{当地纬度} + \text{赤纬度}$;将当地的纬度和冬至时的赤纬度代入上公式,则 $h = 90^\circ - 36^\circ + (-23.5^\circ) = 30.5^\circ$

再从表1-4中或中学生数学用表中查出 30.5° 相对应的余切函数值1.705(ctg $30.5^\circ = 1.705$),此函数值便是北纬 36° 地区冬至正午时的有效遮荫系数 b 值。

将上述已知数值代入①式 $L = H \cdot 2b - L_1 - L_2$ 中,便可得出同列前后相邻大棚间的合理间距(L)。即 $L = (3 \text{米} + 0.45 \text{米}) \times 2 \times 1.705 - 1 \text{米} - 1.2 \text{米} = 11.77 \text{米} - 1 \text{米} - 1.2 \text{米} = 9.57 \text{米}$ 。

在同一纬度地区建造不同高度的冬暖塑料大棚,因遮荫高度不同,投射的有效荫影长度不同,故同列前后相邻大棚的合理间距也不同。而在不同地理纬度地区建造相同高度的冬暖塑料大棚,因不同纬度地区冬至正午时的太阳高度角的度数不一样大,所以同一时

间的大棚有效遮荫系数也不一样大(即不同度数角的余切函数值不等),有效遮荫长度也不等,所以同列前后相邻大棚的合理间距也不等。现以在不同地理纬度地区设计高度为3.5米、3米、2.8米、2.5米的冬暖塑料大棚,同列前后相邻大棚的合理间距如表1-1所列:

表 1-1 同列前后相邻冬暖大棚的合理间距

冬暖大棚所处地理纬度	冬暖大棚的棚脊高度(米)	棚顶上草苫卷的直径(米)	当地冬至时太阳高度角度数	当地冬至正午有效遮荫系数	大棚最高遮荫点至后墙内侧的距离(米)	大棚后墙底宽(米)	同列前后相邻冬暖大棚的合理间距,计算所得正确值(米)
北纬 31°	3.5	0.4	35.5°	1.402	0.8	0.6	$(3.5+0.4) \times 1.402 \times 2 - 0.8 - 0.6 = 9.54$
	3.0	0.4	35.5°	1.402	0.8	0.6	$(3+0.47 \times 1.402 \times 2 - 0.8 - 0.6 = 8.13$
北纬 33°	3.5	0.4	33.5°	1.511	0.9	0.8	$(3.5+0.4) \times 1.511 \times 2 - 0.9 - 0.8 = 10.09$
	3.0	0.4	33.5°	1.511	0.9	0.8	$(3+0.4) \times 1.511 \times 2 - 0.9 - 0.8 = 8.58$
北纬 35°	3.5	0.45	31.5°	1.632	1.0	1.0	$(3.5+0.45) \times 1.632 \times 2 - 1 - 1 = 10.89$
	3.0	0.45	31.5°	1.632	1.0	1.0	$(3+0.45) \times 1.632 \times 2 - 1 - 1 = 9.26$
北纬 37°	3.5	0.5	29.5°	1.767	1.2	1.2	$(3.5+0.5) \times 1.767 \times 2 - 1.2 - 1.2 = 11.74$
	3.0	0.5	29.5°	1.767	1.2	1.2	$(3+0.5) \times 1.767 \times 2 - 1.2 - 1.2 = 10.00$
北纬 39°	3.0	0.6	27.5°	1.963	1.3	1.4	$(3+0.6) \times 1.963 \times 2 - 1.3 - 1.4 = 11.43$
	2.8	0.6	27.5°	1.963	1.3	1.4	$(2.8+0.6) \times 1.963 \times 2 - 1.3 - 1.4 = 10.65$
北纬 41°	2.8	0.7	25.5°	2.097	1.4	1.5	$(2.8+0.7) \times 2.097 \times 2 - 1.4 - 1.5 = 11.78$
	2.5	0.7	25.5°	2.097	1.4	1.5	$(2.5+0.7) \times 2.097 \times 2 - 1.4 - 1.5 = 10.52$

(三)冬暖塑料大棚的总体尺寸

在设计建造寿光冬暖塑料大棚时,必须依据地理纬度、气候条件、场地面积、地形等自然情况,处理好大棚的总体尺寸关系,使总体尺寸关系处于适宜范围,才能使大棚具有采光性强、保温性好和经济实用的独特优点。

1. 冬暖塑料大棚的跨度、高度、长度

坐北朝南、前坡面大、后坡面小,东西伸延的寿光冬暖塑料大棚,其跨度、高度、长度配合得当,则采光角度适当,采光增温性就好,棚内空间范围适当,既能减轻山墙遮阳成荫影响,易于控制和调节棚温,又有利于作物生长发育和便于对作物栽培管理。因此,在北纬39°~41°的冬季严寒地区,宜采用6~8米宽跨度,2.5~3.0米的棚脊高度,38~56米长度。在北纬38°及其以南冬季寒冷地区,宜采用跨度8~12米,棚脊高度3.0~3.7米。棚体东西长度60~80米。如果跨度不变而增加高度,虽然因采光角度加大而采光性能增强,但因保温比变小,保温效果不好,且作业不方便和增加建棚费用。如果高度不变而增加跨度,或跨度不变而降低高度,则因前坡采光角度变小,透光率下降,不利于增温。如果

大棚的东西长度短于 30 米,作物基本上受两边山墙挡遮阳光影响,而生长发育不良。如果大棚的长度长于 80 米,不仅棚内温度不易控制一致,而且生产资料 and 产品的运输也不方便。

2. 冬暖大棚的后墙高度、宽度

后墙矮,保温比大,有利于保温,但因墙矮而导致后坡角度大,一则室内外作业都不方便,二则在冬季太阳高度角小于大棚后坡角度时期,后坡不得阳光直射,不利于后坡白天增温。后坡高,保温比小,保温性差,且因后坡面角度小,斜棒(檩条)负重过大,影响后坡面的使用寿命。综合考虑,大棚脊高 2.5~3.0 米时,后墙高度以 1.6~2.0 米为宜;棚脊高 3.0~3.5 米时,后墙高度可增加到 2.0~2.2 米;棚脊高度 3.7~3.9 米时,后墙高度 2.2~2.4 米为宜。后墙及山墙的宽度(厚度)与墙体结构和不同地理纬度地区冬季严寒程度有关。寿光冬暖塑料大棚的后墙和两山墙均为土墙实心结构,多数大棚的墙体是用麦糠硬泥培成(群众称泥托墙),一般不易倒塌。但也有个别的大棚,为预防雨淋塌墙体,而采用砖砌外墙皮,或内外砖墙皮夹土心。实践证明,土墙实心结构的墙体,其贮热保温性能比砖砌外皮土墙和两砖墙皮夹实心土墙都好。墙体的适宜厚度,一般是当地最大冻土层厚度再加上 50 厘米。例如,在北纬 39°~41°地区的最大冻土层一般为 70~100 厘米,而冬暖大棚的墙体厚度 120~150 厘米为宜;在北纬 36°~38°地区的最大冻土层为 50~60 厘米,墙体厚 100~110 厘米为宜;在北 35°以南地区的最大冻土层为 10~30 厘米,这里冬暖大棚的墙体厚度 60~80 厘米为宜。

近几年来不少寿光菜农在建造冬暖大棚中,为了既增加棚体的贮热保温性能,又能防止墙体遇雨淋冲后倒塌,而采取建造栽培床面下挖的厚坡墙大棚,即用机械将棚内栽培床面下挖 40~50 厘米深,将挖取的耕作层以下的生土用作培筑墙体。山墙和后墙都内面陡外面坡,上端截面宽 100 厘米,基部截面宽 200 厘米。一般棚脊高 3.5 米的大棚,其后墙高度为 2.0~2.2 米。墙体的剖面呈不等腰梯形。调查结果证明,这样的大棚,在深冬严寒的夜间,棚内气温比一般大棚的气温高出 2~3.4℃;而在夏季遇雨时,墙体不易出现倒塌。

3. 冬暖大棚前、后坡水平宽度

大棚的后坡短,前坡长,透光面增大,白天增温效果好,但因后坡短而贮热量少,夜间保温能力差。反之,后坡长,能增加贮热量,有利于保温,但因前坡采光面缩小,而不利于白天采光增温。寿光冬暖塑料大棚前、后坡的水平宽度一般为:在北纬 39°~41°地区,跨度 6~7 米、脊高 2.8~2.5 米的大棚,后坡的水平宽度 2~2.3 米为宜。在北纬 36°~38°地区,跨度 8 米、高度 3 米的大棚,后坡的水平宽度宜 1.8 米。北纬 35°以南地区,跨度 10 米、脊高 3.5 米的大棚,后坡的水平宽度一般为 1.2~1.5 米。

另外,据鞍山园艺研究所的研究和亢树华报道,在北纬 40°~42°高寒地区,为了既有利于大棚采光,又有利于严寒冬季保温,可在后坡的中部至脊部设置一段活动后坡,白天打开增光,晚上覆盖上保温,待天气转暖,阳光走向直射的季节到来时,将活动后坡全部落下。这一增光保温措施,也适于寿光冬暖塑料大棚在北纬 40°以北的高寒地区采用。

4. 大棚的方位与采光关系

就坐北朝南东西向延长的寿光冬暖塑料大棚的方位而言,有人主张大棚的方位应偏东一些,其理论依据是植物在上午的光合作用强,光合生产率高;每向东或向西偏 1°,太

阳光直射时间出现的早晚相差约 4 分钟,偏东 10° ,可比正南方位早见到直射阳光 40 分钟,因此有利于棚内蔬菜作物的光合作用。但也有人认为,如果是加温的棚室可以这样做,但寿光冬暖塑料大棚是日光温室,在严寒的冬季,不能过早地揭开草苫,否则棚温不仅不能上升,反而会明显下降。所以,从采光的角度看,偏东虽然好,但实际上在冬季严寒的地区建寿光冬暖塑料大棚(日光温室),又以偏西方位为好,这样可延长午后日照时间,有利于下午采光增温和夜间保温,使大棚的夜温比较高。综合上述两方面的意见及其理论和实践依据,在确定寿光冬暖塑料大棚的建造方位时,一般掌握:在北纬 35° 以南冬季早晨不太寒冷的地区,大棚的方位以偏东为宜;而在北纬 $39^\circ \sim 41^\circ$ 冬季严寒地区,大棚的方位以偏西为宜;在北纬 $36^\circ \sim 38^\circ$ 地区,大棚的方位宜正南方向。实践证明,不论方位偏东或偏西,均以偏 $5^\circ \sim 6^\circ$ 为宜,若偏的最大也不宜超过 10° 。

在规划设计寿光冬暖大棚时,不论大棚的方位需向正南或偏向东南或偏向西南,都必须首先确定出正南方向。通常人们所指的“南”有 3 个不同含义:一是指的以地理上的子午线(径线)确定的南;二是所指的以地球磁力线形成的指南针所指的南;三是夜间以北极星相反方向的南。在建造冬暖大棚时所求的“南”,是以子午线确定的南为准。那么,怎样依据时间来推算不同地区的子午线正南和偏东南、偏西南呢?

依据北京时间 12 时子午线径度数,与地球每自转 1° 所需时间和筹建冬暖大棚的某场地所处地理径度,推算出建大棚场地的子午时间。在子午时间于筹建冬暖大棚的场地上,与水平地面立一直杆,晴日直杆投影的方向为正北方,相反方向为子午线正南方向。可用“ $F = 12 \text{ 时} + (D - C) \times E$ ”这一算式求出某筹建冬暖大棚场地的子午时间。式中:

F = 某筹建冬暖大棚场地的子午时间(指北京时间);

C = 某筹建冬暖大棚场地处于地理位置的径度;

D = 北京时间 12 时的子午线径度数(即东径 120°);

E = 地球自转 1° 所需时间(即自转 1° 需 4 分钟)。

现举一例:有一个单位要在位于东径 105° 、北纬 37° 地区建造冬暖塑料大棚,大棚的方位应该朝向正南,即朝向正午的太阳方向。那么什么时间是这里的正午时间呢?计算的方法是: $F = 12 \text{ 时} + (120 - 105) \times 4 \text{ 分} = 12 \text{ 时} + 60 \text{ 分} = 13 \text{ 时}$ 。即这里的子午时间是北京时间 13 时。在此地垂直于水平地面立一根直杆,此时(13 时)直杆投射阴影的相反方向就是子午线的正南方向。

在同一经度的北纬 $39^\circ \sim 41^\circ$ 地区建造冬暖大棚,大棚的方位应偏西 5° ;确定偏西 5° 方向而立竿见影的时间是 13 时 20 分(即 $13 \text{ 时} + 4 \text{ 分} \times 5 = 13 \text{ 时} 20 \text{ 分}$)。如果在同一经度的北纬 35° 及其以南地区建造冬暖大棚,其方位应偏东 5° ;确定偏东 5° 方向而立竿见影的时间是 12 时 40 分($13 \text{ 时} - 4 \text{ 分} \times 5 = 12 \text{ 时} 40 \text{ 分}$)。

上述确定推算寿光冬暖大棚方位的方法,适用于北半球 3 个不同纬度范围地区(即北纬 $39^\circ \sim 41^\circ$ 及其以北地区棚向偏西 $5^\circ \sim 10^\circ$ 、北纬 $36^\circ \sim 38^\circ$ 地区棚向正南、北纬 35° 及其以南地区棚向偏东 $5^\circ \sim 10^\circ$),如此正确地具体实施冬暖大棚方位的确定。

5. 设计合理棚面角度

棚面角度是指大棚前坡面与地平面的夹角度数。棚面角度越大,前坡面与阳光的交角越大(即太阳投射角越大),透过的光线也就越多(即透光率越高),反射光率越低。反

之,太阳投射角度越小,阳光透射率越低,反射率越高。但如表 2 所示,太阳投射角度与透光率并非是简单的正比例关系,而是当太阳投射角在 $50^{\circ}\sim 90^{\circ}$ (即入射角 $40^{\circ}\sim 0^{\circ}$)的范围内时,随着太阳投射角度的减小(即随着入射角的加大),透光率虽略有下降,但变化不显著;当太阳投射角处在 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ (即入射角处在 $60^{\circ}\sim 40^{\circ}$)范围内时,透光率随投射角的减小(或随入射角的加大)而明显下降;当太阳投射角处在 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$ (即入射角处在 $90^{\circ}\sim 60^{\circ}$)范围内时,透光率将随入射角加大(或随投射角减小)而急剧下降。

表 1-2 聚氯乙烯棚膜覆盖大棚前坡面与阳光的交角大小,与光入射率、反射率的关系

太阳投射角度	光入射角度	光入射率 (%)	光反射率 (%)
90	0	86.57	0.0
80	10	84.36	2.5
70	20	84.27	2.7
60	30	84.18	3.2
50	40	83.59	3.9
45	45	82.68	4.8
40	50	81.76	6.4
30	60	77.28	10.9
20	70	66.18	22.1
15	75	60.94	30.2
10	80	50.85	40.8
5	85	40.14	53.6

大棚的南坡面与太阳直射光线构成的交角(投射或入射角)大小,既决定于太阳的高度角,又决定于大棚前坡面的倾角(即棚面角)。太阳的高度角是随着纬度、季节和时间的不同而变化的。因此,在大棚的采光设计上,其前坡面的倾斜角度(前棚面角)应当与太阳光线配合成比较适当的角度,以使大棚尽可能多地吸收太阳光和热。由表 1-2 可看出,当太阳投射角为 90° (或者说入射角为 0°)时,光入射率最高,这个角度最为理想,因此,我们就把 90° 的太阳投射角的棚面角称为“理想棚面角”。但实际上这是不可能和不科学的,因为在我国北方高纬度地区建造前坡大、后坡小,基本是一立一斜式、坐北朝南的冬暖大棚(日光温室),如果要使棚面角成为“理想棚面角”,就要使棚面角达到 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$,如此,将是一栋前坡陡、中脊过于高、栽培床面积窄小、保温性能差、建造成本高而不适用的大棚。由表 1-2 可见,太阳投射角 40° 与 90° 相比,光透过率仅下降 3 个百分点。如果以太阳光投射角 50° (入射角 40°)为设计参数,算出的棚面角度,在“冬至”这天 12 时的短时间内,太阳光投射角为 50° ,而在 10 时至 14 时的大部分时间内太阳光投射角达不到 50° ,这是因为 10 时到 14 时的太阳高度角比 12 时低 $5.51^{\circ}\sim 6.97^{\circ}$ 。因此,我们要以 $33^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 入射角(即 $57^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 太阳光投射角)为设计参数。理想棚面角度,减去 $33^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 这个参数,得出的棚面角度的棚面与阳光的交角,即使在太阳高度角最低的“冬至”这天的 10 时至 14 时这段时间,光入射角也小于 40° (即光投射角也大于 50°),其透光率仅比入射角度为 0° (投射角度 90°)的“理想棚面角度”下降 3 个百分点,然而棚脊高度却比理想棚面角度情况