

我国加温温室蔬菜生产 合理布局探讨

陈端生

徐师华

刘步洲

(北京农业大学)

(中国农业科学院)

(北京农业大学)

提 要

本文从充分利用地区光热资源,节省能源出发,根据我国冬季总辐射,日照时数,日照百分率和日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 期间的间隔日数和负积温的地理分布,提出了我国加温温室蔬菜生产合理布局的探讨。指出①东北、内蒙、甘新北部,不宜发展加温温室。②辽东半岛、华北平原,加温温室不宜大量发展,但可选择小气候条件较优越的局部地区,建造保温和透光性能好的温室群。③黄淮地区,大致在 32°N — 37°N 范围内,适宜发展加温温室。④江淮平原,日照条件差,成为发展加温温室蔬菜生产的限制因子

一、问题的提出

近十年来,我国保护地蔬菜生产发展很快,不仅各种类型的塑料棚和温室的面积逐年扩大,而且先后从国外引进或自建了一批较现代化的大型温室。今后随着人民生活水平的不断提高,人们吃菜构成将发生改变,必然会要求在寒冷地区和寒冷季节也能吃到质地鲜嫩、品种多样和营养丰富的蔬菜。从而可以预料我国加温温室蔬菜生产,包括大型现代化温室,还会有较大的发展。

我国现有的加温温室,主要集中在东北,华北和西北地区,600多亩大型温室几乎都在 39°N 以北地区。由于这些地区冬季严寒,对温室的防寒保温设施要求严格,从而导致工程投资大。同时,为满足喜温蔬菜的生长要求,要消耗大量的能源。还有因经营管理缺乏经验,产量不高,因而有不同程度的亏损。因此今后要发展加温温室蔬菜生产,特别是大型现代化温室生产,必须同时解决如何减少温室能源消耗的问题。这也是目前国际上温室蔬菜生产中重点研究的课题(1、2、3)。

解决上述问题的途径有三:(1)开发新能源,如建造太阳能温室,地热温室和工厂余热温室;(2)采用多层薄膜覆盖,变温管理,在温室周围采取挖防寒沟等节能措施;(3)合理布局温室生产基地(4、5)。

*本文承中国农业工程研究设计院王松涛、潘锦泉、王惠永同志,中国农业科学院蔬菜研究所王跃林同志,北京农业工程大学吴德让同志提出宝贵意见,特此致谢。

欧美、日本一些温室蔬菜生产比较先进的国家，把温室群都相对集中于冬季光照和温室条件比较优越的地区，以减少能源消耗。日本的加温温室，主要集中在 35°N 以南，以四国、九州，关东等气候温暖地区比例最大。 40°N 以北的地区，由于冬季严寒，燃料费用高，日本政府采取不予补贴的措施，限制这些地区发展加温温室。荷兰最大的温室群，设在其南部冬季较温暖的地区。在苏联曾计算过：中部地区生产 1 公担蔬菜的燃料费为 17 卢布，南部地区仅 8 卢布，用火车运到莫斯科，运费 2.48 卢布。两项开支相加仍比当地生产合算⁽⁶⁾。可见，各国重视本国气候条件，从节能出发，合理布局温室蔬菜基地的经验，值得我国借鉴。

我国地处欧亚大陆东部，西北地区又深入大陆腹地，形成了季风显著，大陆性强的气候特点，盛夏酷热，冬季严寒。而欧美日本一些国家，受到海洋调节，气温变化较和缓。隆冬一月，北京月平均气温较全球同纬度平均气温低 10.2°C ，武汉低 11.9°C 。我国冬季严寒是突出问题，我们计算了若干城市日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 期间低于 5°C 的负积温，并列于表 1 以供比较。

表 1 若干城市日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 负积温统计

国 别	城 市	地 理 纬 度	$\leq 5^{\circ}\text{C}$ 负积温($^{\circ}\text{C}$)
苏 联	莫 斯 科	$55^{\circ}45' \text{N}$	-1800
中 国	齐 齐 哈 尔	$47^{\circ}38' \text{N}$	-2800
苏 联	罗 斯 托 夫	$47^{\circ}15' \text{N}$	-1100
中 国	哈 尔 滨	$45^{\circ}48' \text{N}$	-2700
罗 马 尼 亚	蒂 米 什 瓦 拉	$45^{\circ}45' \text{N}$	-500
中 国	北 京	$39^{\circ}48' \text{N}$	-900
日 本	秋 田	$39^{\circ}43' \text{N}$	-500

由表 1 可见，我国各地 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的负积温值比世界同纬度地区要高出 1—4 倍。这表明，我国加温温室所需的燃料消耗要比欧美日本大得多。因此，在我国合理布局加温温室蔬菜生产，以减少冬季严寒而引起的过多的能源消耗，有特别重要的意义。这一点日益引起蔬菜栽培，农业气象，农业工程的重视。

二、合理布局的评价指标

我国地域辽阔，气候多样，农业气候资源丰富，根据气候条件，合理布局加温温室蔬菜生产是完全可能的。

各气候要素中，光、温条件对温室能源消耗起决定性的影响。合理布局的出发点在于充分利用地区的光热资源，减少补充加热和补充加光，节省能源。据此，我们分析了我国保护地蔬菜生产比较集中的几个地区冬季的光温条件，对加温温室蔬菜生产合理布局进行了探讨。

太阳辐射能是温室栽培的主要光、热资源。我国西部地区，冬季总辐射的地理分布，沿纬圈自南向北减小，东部地区则出现两高，两低的形势。高值区一个在华南沿海，一个在淮

河至渭河以北, 辽河至内蒙高原以南地区。东北和长江中下游地区, 是低值区⁽⁷⁾。

以往在考虑蔬菜保护地自然分区时, 采用平均气温、最低气温、极端最低气温和一月份平均气温作指标。它们在一定程度上反映了外界气温条件对温室蔬菜生产的影响^(8、9), 但却不能突出温室能耗与外界气温的依赖关系。实际上, 当外界气温低于某一界限时, 不加温温室蔬菜生产不能进行, 同时也是加温温室必须进行补充加温时期, 因此低于某界限温度的持续时间, 期间的负温积累, 决定了加温温室必须进行补充加温的时段和加热量的相对大小, 从而能较确切的反映温度条件对加温温室能耗的影响。

在选择具体指标时, 需考虑下列三因素。

(1) 加温温室蔬菜生产的季节特点。冬季的负温积累能突出低温时总能耗的作用。

(2) 蔬菜对温度条件的要求, 分两大类: 一类是喜温的瓜果蔬菜, 要求适温范围为15—19℃, 能适应8℃的低温, 致死温度为1℃。另一类是耐寒的叶菜, 葱蒜类蔬菜, 适温范围为8—22℃, 能适应1℃的低温, 致死温度为-6℃^(10、11)。实际生产中加温温室多为喜温的瓜果类蔬菜。

(3) 温室的保温效应, 即“温室效应”。它受许多因子的影响, 但主要受温室结构和防寒保温措施的影响。

作者从温室必要加热量的概算公式出发, 根据我国北方传统的单斜面温室结构特点, 管理技术, 取“平均温室效应”为10℃, 取室内日平均气温不低于15℃为瓜果类蔬菜正常生育对温度的要求, 导出了加温温室总耗煤量(G)与日平均气温稳定 ≤ 5 ℃期间低于5℃的负积温(A, 以下称负积温)的关系式如下:

$$G = 0.297 |A| * (\text{吨/亩}) \quad (1)$$

根据(1)式算得的各地耗煤量与实际耗煤量进行了对比, 两者是十分吻合的⁽¹²⁾。这表明日平均气温 ≤ 5 ℃期间的间隔日数和负积温, 反映了加温温室必须进行补充加热的天数和相对加热量的大小, 因此可以作为比较各地温度条件的指标。

我国的生产实践和国外资料^(13、14)都表明: 在瓜果类蔬菜生长期, 特别是冬季12—2月三个月内, 平均日照时数不足4.5—5小时/天, 日照百分率低于45—50%, 则温室内瓜果类蔬菜产量不高, 品质差, 商品率低。此可作为衡量地区光照条件的指标。

三、光温条件的比较与分析

根据上述指标并参考其它气候要素, 比较了各地的光温条件(表2)

(1) 东北内蒙和甘、新北部。

这里属我国中温带地区, 最冷日平均气温-30—-10℃, 年极端最低气温在-30℃以下, 虽然冬季日照时数不少, 晴天比例高, 但因地处高纬, 冬季严寒, 不宜发展加温温室。例如松花江及其以北地区(大庆、齐齐哈尔、哈尔滨等城市所在地区), 12—2月平均日照时数为5.5—6.4小时/天, 日照百分率也达到60—70%, 但光照弱, 12—2月的总辐射量仅14—15千卡/厘米²。这里是我国冬季最寒冷的地区, 在80%的年份里, 日平均气温 ≤ 5 ℃期

• |A| 为负积温的绝对值

表2

我国若干地区冬春的光温条件

地区	代表城市	总辐射 (千卡/厘米 ²)		日照时数 (小时)		日照百分率 (%)		日平均气温 ≤5℃间隔日数 (天)		日平均气温 ≤5℃期间负积温 (℃)		温室耗煤量 (吨/亩)	
		11-4月	12-2月	11-4月	12-2月	11-4月	12-2月	平均	80%年份	平均	80%年份	平均	80%年份
		松花江以北	安达 齐齐哈尔 哈尔滨	41 43	14 15	1200 1300	520 580	60 70	60 70	180 190	190 200	-2700 -2800	-2800 -3000
辽河北 松花江南	长春	47	17	1200	560	65	65	185	190	-2400	-2500	70	75
辽河南	沈阳	47	17	1200	510	60	60	140	160	-1300	-1500	40	45
	锦州	51	19	1300	600	70	70	160	170	-1700	-1900	50	55
内蒙南部	呼和浩特	53	20	1300	610	68	67	180	185	-2000	-2200	60	65
	兰州	50	20	1200	570	61	62	145	150	-1100	-1200	33	36
	西宁	60	25	1300	650	68	71	175	185	-1500	-1700	43	50
新疆北部	乌鲁木齐	43	15	1100	440	56	51	160	180	-2100	-2400	63	71
辽东半岛	大连	44	17	1200	550	60	60	100	120	-700	-800	20	24
华北平原	北京	53	20	1300	590	70	70	140	150	-900	-1100	28	31
	天津 石家庄	53	20	1300	590	70	70	140	150	-900	-1100	28	31
渭河平原	西安	42	17	860	410	43	44	110	120	-460	-530	14	16
	吐鲁番	50	18	1200	540	65	63	120	130	-1000	-1200	30	37
黄淮平原	济南	44	17	900	450	50	50	95	120	-410	-550	12	16
	徐州	49	19	1200	570	60	60	110	125	-530	-640	16	19
	开封 郑州 洛阳	49	19	1200	570	60	60	110	125	-530	-640	16	19
江淮平原	南京	43	18	840	400	40	40	90	100	-160	-200	5	6
	合肥	45	19	930	450	50	50	95	110	-270	-330	8	10
	信阳 (上海)	45	19	930	450	50	50	95	110	-270	-330	8	10

间的间隔日数190—200天,负积温达 -2800 — -3000°C 。加温温室加温日数长达6—7个月,耗煤量达80吨/亩以上。因此应以防寒保温良好的土温室为主,植以葱蒜类耐寒蔬菜,春秋发展塑料棚,种植瓜果类蔬菜,并采取多层覆盖和抗御风雪灾害等措施。辽河以北,松花江以南的长春、吉林地区,冬季仍属严寒,12—2月的总辐射量仅17千卡/厘米²,在80%的年份里,日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 期间的间隔日数为190天,负积温为 -2500°C ,总耗煤量高达75吨/亩以上。但这里日光较充足,冬春平均日照时数在5小时以上,日照百分率达65%,因此可发展日光温室和大中型塑料大棚。这里春迟秋早,冷空气活动频繁,防寒保温,抗风抗雪措施要跟上。辽河以南沈阳,锦州地区,内蒙南部(呼和浩特),和青海西宁地区,光能资源最为丰富。11—4月和12—2月太阳总辐射量分别为50—60千卡/厘米²和20—25千卡/厘米²,日照百分率都在60—70%,平均日照时数在5—6小时和6.5小时以上,居本文所统计的地区之首。但日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的间隔日数在160—180天,负积温 -1500 — -2200°C ,即在大多数年份里加温时间长达半年,耗煤量高达45—65吨/亩,所以也不宜发展加温温室,以日光温室为主,并且可以发展太阳能温室,以充分利用这里的光能资源⁽¹⁵⁾。这里塑料大棚蔬菜生产已有较好基础,但棚体结构需进一步改进,以适应大风大雪等不利天气条件。天山以北的乌鲁木齐,不仅热能条件不好,光照条件也差,12—2月平均日照时数不足4小时,日照百分率一般在50%左右,最小月仅40%,显然在这里发展加温温室困难很大。

(2) 辽东半岛(大连)、华北平原(北京、天津、石家庄)等地区(包括山西中部)。

这里属我国南温带地区,最冷月平均气温为 -10°C 至 0°C ,年极端最低气温为 -30 — -20°C 。冬季光照充足,12—2月总辐射量17—20千卡/厘米²,平均日照时数在6—6.5小时/天,日照百分率高达60—70%,但仍属寒冷,在80%的年份里,日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 期间的间隔日数120—150天,负积温在 -800 — -1100°C 。加温时间也需4—5个月,耗煤量为25—30吨/亩。所以加温温室,尤其是大型加温温室不宜大量发展,仍应以日光温室为主。但这里冬季比东北内蒙温暖得多,加温所需耗煤量可减少二分之一到三分之二。同时,考虑到这里大城市比较集中,且有某些特殊需要,因此加温温室会有相应发展。但要注意温室结构上要兼顾保温性和透光性两个方面(如北京改良式温室),同时要采取室内多层覆盖,挖防寒沟等节能措施。在温室布局上,要选择背风向阳,小气候条件较优越的局部地区建设温室群。如太原市清徐地区,北有大山屏障,春季开始比太原早,秋季结束比太原迟,前后可相差一个月,在这里建立温室群,比太原市其它地区合适。

(3) 黄淮平原。晋冀鲁南部(济南、徐州、郑州、洛阳、长治一带)。

这里仍属我国南温带地区,但冬季比华北平原温暖得多,80%的年份日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的间隔日数在120—125天,负积温在 -550 — -640°C ,耗煤量16—19吨/亩,比华北平原减少三分之一—二分之一。这里光照条件比华北平原略差,但比江淮平原优裕。12—2月总辐射量为17—19千卡/厘米²,平均日照时数在5—6小时以上,日照百分率50—60%以上。由于加温温室煤耗量较低,日光又较充足,因此是我国加温温室蔬菜生产适宜发展的地区。据我们在开封和郑州等地调查,加温温室实际加温时间不过一个月左右,有些保温性能较好的温室,晴天时只需后半夜至凌晨一段时间加温,其余时间靠太阳辐射能即可满足蔬菜生育要求,不过要注意到这里地势平坦,冬春强冷空气易于长驱直入,一旦有冷空气侵入,降温迅速,风力强劲,所以温室结构上要注意抗风。

(4) 渭河平原(如西安), 虽然冬季温度条件与黄淮平原接近, 但光照条件很差, 12—2月日照时数仅410小时, 平均只有4.5—4.6小时/天, 日照百分率只有45%, 最低月仅40%, 还不如江淮平原。光照不足, 使温室中的瓜果类蔬菜品质差, 商品率低。

(4) 吐鲁番盆地, 位于乌鲁木齐东南, 相距仅150公里(铁路运输)。冬季光照条件比乌鲁木齐好得多。12—2月平均日照时数6小时/天, 日照百分率在65%以上, 可以发展太阳能温室, 栽植瓜果类蔬菜, 供应乌鲁木齐的需要。

(5) 江淮平原

已属我国北亚热带地区, 冬季比较温暖, 日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的间隔日数100—110天, 负积温 -200 — -300°C , 加温时间短, 耗煤量很少(6—10吨/亩), 但这里光照条件差, 12—2月日照时数不足5小时/天, 日照百分率低于50%, 冬季多阴雨是这里发展加温温室的限制性因子, 应当利用这里冬半年温度条件优越的特点, 积极发展中小型塑料棚进行春提前和秋延后蔬菜生产, 在有寒流侵入时要做好防寒, 防雨工作。

四、结 语

综上所述, 东北、内蒙、甘新北部, 地处高纬, 太阳总辐射量少, 冬季气温极低, 加温温室需要加温的时间长, 供热量大, 不宜发展加温温室。辽东半岛、华北平原等地, 太阳辐射丰富, 日照充足, 但冬季气温仍属偏低, 需加温时间亦相当长, 耗能也很可观, 因此加温温室不宜大量发展, 但可以选择小气候条件较优越的局部地区, 建造保温和透光性能好的温室群。江淮平原由于日照条件差, 成为加温温室蔬菜生产的限制因子。而黄淮地区, 大致在 32°N — 37°N 范围内, 日照条件好, 热量条件又优于华北平原, 温室加温所需的热量不多, 适宜发展加温温室, 可成为我国冬季保护地生产基地。

参 考 文 献

- [1] 中国农业工程研究设计院: 《农业工程情报》(4) 1982年
- [2] 中国农业工程学会植物环境工程专业委员会: 晋、鲁、豫保护地蔬菜生产考察报告 1983年
- [3] 中国农业工程学会植物环境工程专业委员会: 运用植物环境工程技术, 促进农业技术改革 1984年
- [4] 徐师华: 有关保护地栽培的农业气候问题(油印本) 1983年
- [5] 阮雪珠、孔令凯: 防寒沟—温室节能的有效措施 《农业工程》 1983年第4期
- [6] 广东省农业机械研究所情报室: 国外农用温室的发展和应用 1982年
- [7] 中央气象局编: 中华人民共和国气候图集 地图出版社 1979年
- [8] 蒋毓隆: 中国蔬菜保护地环境工程的地区特点及自然区划与设施的商榷 1973年
- [9] O. Rosca; Cercetari Privind Parametrii Agroclimatici Necesari Zonarii Culturilor Fortate in Juniataatea Nordici a Tarii. (油印本) 1979年
- [10] Ion Ceausescu: 《Cultura Legumilor》Editura Ceres 1979年
- [11] 北京农业大学主编: 《蔬菜栽培学(保护地栽培)》 农业出版社 1978年
- [12] 陈端生: 我国若干地区加温温室总耗煤量的计算 《园艺》 1984年3—4期
- [13] J.J. Hanan, W.D. Holley, K.L. Goldsberry: 《Greenhouse Management》. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York 1978年

- [14] John.W.Mastalerz: 《The Greenhouse Enviroment》Johnwiley & Sons New York
1979年
- [15] 熊培桂等: 太阳能蔬菜温室初报 1983年

AN APPROACH TO THE REASONABLE LAYOUT OF HEATING GREENHOUSE IN CHINA

Chen Duan-sheng
(Beijing Uniuersity of
Agriculture)

Xu Shi-Flua
(Chinese Academy
of Agriculture)

Liu Bu-zhou
(Beijing University of
Agriculture)

Abstract

It is not suitable to develop heating greenhouse in the high-latitudinal area of China, including the Northeast part, Inner Mongolia the northern part of Gansu Province and Xinjian Weiwuer Autonomous Region, for total solar radiation is insufficient and the air temperature is extremely low in winter, so it needs a long period to heat the greenhouse. In Liao Dong penisula and Huabei Plains, though solar radiation and sunshine hours are sufficient, but the temperature is still too low in winter, to develop greenhouse on a large scale. It is possible to select some areas with favourable microclimate condition to develope greenhouses.

In Jianghuai Plains, the poor sunshine is a limiting factor to vegetable production in heating greenhouse. In Huanghuai region (32°N — 37°N), sunshine is enough and temperature condition is better than those in Huabei. It may be suitable to develop heating greenhouse. So Huanghuai region can be a winter heating greenhouse vegetable producing base in China.