

中国农林作物气候区划

中国农林作物气候区划协作组编著



农业出版社

中国农林作物气候区划

中国农林作物气候区划协作组 编著

气象出版社

内 容 简 介

本书以农林作物与气候的关系为基础,按照各种作物气候特性,对我国二十种重要的粮食作物、经济作物和经济林木进行了农业气候区划,较系统地反映了我国各种作物的气候生态条件、气候条件对作物的影响、作物气候区域适宜性等。本书资料丰富,针对性较强,比较紧密联系生产实际,为农业生产、作物布局、作物引种、育种、栽培提供了科学依据。

本书是气象出版社新近出版的《中国主要农作物农业气候资源图集》的姊妹篇,在内容、资料和应用方面可以相映相补。对农业、农业气象、气象、地理、生态等有关专业的科技人员、院校师生以及种植业专业户都有重要参考价值。

中国农林作物气候区划

中国农林作物气候区划协作组 编著

责任编辑 张国秀

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

* * *

北京市昌平环球科技印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国各地新华书店经售

* * *

开本: 787×1092 1/16印张: 13.75字数: 335千字

1987年10月第一版 1987年10月第一次印刷

印数: 1—2200 定价: 3.25元

ISBN 7-5029-0030-6/S·0002

编 者 的 话

《中国农林作物气候区划》是中国农业科学院农业气象研究室主持有关协作单位共同完成的中国农林作物气候分析与区划研究工作的成果总结。由于这项工作对农作物布局、作物种类、品种的引种、栽培技术经验推广等区域化都有重要意义，特编辑出版。

本书由崔读昌主编。刘洪顺、闵瑾如、贺菊美、马泳源、冯绿匀参加了由中国农业科学院农业气象研究室负责承担的小麦、棉花、甘蔗等12个作物气候区划的分析和资料整理工作，曹平、梁红、张昌同参加资料整理工作。

在进行各种作物气候区划过程中，召开过三次讨论会。承蒙农牧渔业部区划办公室、国家气象局农业气候区划办公室、中国农业科学院科研管理部、农业自然资源区划研究所、中国科学院地理研究所、北京农业大学等单位的专家参加了讨论，并提出了许多宝贵意见。1983年3月召开成果鉴定会，中国农业科学院张锦熙、黄佩民、李希达、梅方权、唐志发、北京农业大学郑剑非、国家气象局段运怀等参加鉴定。本书出版前，国家气象局程纯枢、中国农业科学院林山、信迺途、陶毓汾审阅了全稿，特此一并致谢。

特别值得提出的是全国许多县、市农科所、农业局、科学技术委员会等单位提供了大量的农业生产、作物生育状况资料，作者表示衷心感谢！

本书中提出的各种全国性作物气候区划还是首次完成，在编辑过程中保持了原作者的基本内容和风格，然而仍不免有不妥之处，敬希读者赐教。

目 录

编者的话

中国农林作物气候区划的意义、方法和结果	崔读昌 (1)
---------------------------	-----------

粮食作物气候区划

小麦	崔读昌 (4)
水稻	高亮之、李林、郭鹏、余之庆 (36)
玉米	董人伦、李永孝、王寿元 (56)

经济作物气候区划

棉花	刘洪顺 (67)
大豆	潘铁夫、张德荣、张文广 (77)
油菜	贺菊美、张承祥 (94)
花生	崔读昌、张承祥 (101)
甘蔗	冯绿匀 (109)
甜菜	贺菊美、张守淳 (116)
烤烟	刘洪顺、宋志林 (122)
苧麻	贺菊美、严文淦 (128)
黄、红麻	贺菊美、胡仲强 (133)

经济林木气候区划

茶树	闵瑾如、陈文怀 (137)
柑桔	马泳源、何天富 (146)
梨	朱佳满、李世奎、周远明 (160)
苹果	朱佳满、李世奎、周远明 (174)
桃	王宇霖、宗学普、魏闻东、刘洪顺 (185)
葡萄	王宇霖、宗学普、魏闻东、刘洪顺 (188)
橡胶	郝永路、李师融、袁明德、张汝、曾瑞涛 (192)
蚕桑	闵瑾如、刘之元 (206)

中国农林作物气候区划的意义、方法和结果

崔 读 昌

(中国农业科学院农业气象研究室)

一、意义和目的

在全国农业生产发展的过程中,出现过许多新的现象。许多作物的北移如茶树、柑桔,或南种如春播甜菜、苹果等,或者在不适宜的条件下过多的发展如江南小麦、长江流域北部的双季稻,结果失败。国外五十年代在坦桑尼亚发展花生,结果也失败。这些都是由于不同程度地违背了自然规律,致使农作物产量不高不稳。随着农业生产的发展,对农业与气候的关系的研究不断深入。五十年代黄河流域是棉花主产区,后逐渐衰退,现在又重新发展棉花生产;美国的棉花也由南部湿润地区向西部干旱半干旱地区发展;我国橡胶也由18°N的北限发展到海南岛和云南的西双版纳。由此可见,农业生产的地区性不是永久不变的,农业气候区划也是不断丰富和发展的。

农业生产的发展不断引起农业生产结构、农业种植制度、农作物布局、农业技术的改进等的变化,形成农业与气候关系的新内容;同时农业生产水平越高,气候异常引起农作物产量的波动也越大。因此,农业生产愈发展,农业与气候的关系愈密切。农业气候区划就是反映农业生产与气候之间的关系,是认识区域性农业生产特点和规律的基础。农作物气候区划的主要目的是为农作物合理布局提供科学依据,为全国综合农业区划、全国种植业区划、各种作物专业区划提供依据,为合理利用农业气候资源和作物资源提出建议。

三、区划的方法

(一) 资料的收集

农林作物气候区划是建立在作物与气候之间关系的基本规律基础上的,需要有大量的资料。因此收集了全国各地作物物候和生育资料2000多份,480个台站1959—1978年20年气象资料,调查了江苏等15个省区各种作物生产情况及农业气候问题,进行了主要农作物农业气候分析和鉴定,整编了主要农作物和气候资料,绘制了主要农作物的农业气候图,为区划准备了较系统、较完善的资料。

(二) 区划的作物

区划的作物主要考虑了作物生产在国民经济中的重要性,具有明显区域性特点,商品生产的地位,因此对下述作物进行了气候区划。

粮食作物:小麦、水稻、玉米

经济作物:棉花、大豆、油菜、花生、甘蔗、甜菜、烤烟、麻类

经济林木：柑桔、茶树、梨、苹果、桃、葡萄、橡胶、蚕桑

（三）区划的类型

农业生产实际需要的是农林作物气候区划的出发点。从作物生产出发，需要弄清作物的气候适宜性；从品种布局出发，需要弄清气候生态适应性的区域范围。因此，根据作物与气候关系的实际情况，将作物分成两类进行区划，即

气候适宜性区划类型：小麦、玉米、甘蔗、甜菜、茶树、柑桔、烤烟、麻类、棉花、梨、苹果、油菜、花生、橡胶

气候生态区划类型：水稻、大豆、蚕桑

（四）区划系统

各种作物气候区划系统采用带、区、地区三级，根据各作物气候的特点，每一种作物级别不尽同一。水稻、大豆分带、区，其他作物分区、地区。

（五）区划方法

收集整编了作物气候资料，调查研究了各地农业生产中的农业气候问题，对作物进行农业气候鉴定，分析了各种作物的特性与农业气候条件的关系，较充分地研究了作物生态特性和作物气候条件的区域性，为各种作物气候区划奠定了基础。

当前作物气候区划好坏的关键，首先是要重新弄清什么气候要素是区划的主要的条件。过去三十年，农作物气候区划是解决气候上作物种类和熟制，能不能种的问题，当然热量是主要条件。目前不仅如此，由于农业生产的发展，要解决作物气候种植的比重，强调稳产的问题，那么有些作物，水分或不利气候条件就成为主要影响条件；其次是作物气候区划怎样联系生产实际，如何反映作物生产的根本问题。目前作物生产存在的主要问题是分散与集中，强调有效地利用气候资源，达到高产稳产、优质。因此，作物气候区划不拘泥于一级热量、二级水分的格式，而是深入分析作物与气候的关系，找出影响作物的关键性条件，进行区划。例如小麦气候区划，通过重新分析各种气候条件的作用，发现水分条件是主要条件，再结合考虑了温度和品种生态特性；柑桔、茶树等作物以低温冻害为主要指标，考虑了稳产高产的问题；水稻则从气候生态出发，考虑了稻田干燥度、品种特性的气候保证率、生长季日数，联系了水分、种植制度的问题，等等。使各种作物气候区划反映了作物生产与气候的实质问题，更明确地联系了实际，突出了重点，对解决分散与集中有重要参考意义。

资料的选用对区划的结果和实用性都有很大的影响。多年生作物选用全年气象要素值，对多熟制的栽培作物来说，不能用气象要素的年平均值来进行区划，而须采用生长期的资料，否则就会导致区划的失败。例如把美国一些州内广泛分布的Marquis小麦和Kitchener小麦，引种到年度气候相似的欧洲，产量很低，引种不成功；把墨西哥小麦引到我国的长江流域和华北一些地方，也不适宜。苏联的И.А.Гольцберг把中国的小麦划到冬性稳定带，冬春干冷、夏暖过湿区，对我国南方小麦栽培区来说完全不符，而对二熟制的北方冬小麦栽培区夏暖过湿也不适合，这就是没有采用生长期的资料 and 没有考虑不同农业生产情况的结果。考虑多熟制是中国作物气候区划的一个显著特点。因此，在作各种作物气候区划时，选用生长期的气候资料，更能反映作物与气候关系的实际情况。此外，由于作物与气候的关系比较直接，而反映这样关系的气象要素也要求比较具体，因此在确定作物气候区划指标时，尽量采用常用的气象要素值和实验数据来表示，避免那些不能直接给出定量关系的指标（如湿润指数之类），或者将其作为辅助指标考虑，使作物气候区划具有明显的直接效果。各作物气候区

划，不管是用主导因子或者是多因子综合分析指标，我们都运用作物气候相似的方法，并经过调查验证，和通过各种方式广泛地征求意见，对区划进行了修改，使区划较符合客观情况和发展生产对区划提出的要求。

三、主要结果

1. 编制出小麦、棉花、茶树、柑桔、甘蔗、甜菜、油菜、花生、烤烟、苎麻、黄、红麻、蚕桑、梨、苹果、桃、葡萄、玉米、水稻、大豆等作物气候区划图。

2. 明确了各种作物气候适宜性范围，和各种类型的气候生态区域范围，找出了作物气候相似区及不同区的气候界限，反映了我国主要作物气候特征，为各种作物品种资源的利用指明了区域范围。

3. 对主要农林作物进行了农业气候评价，指出了各地发展各种作物生产的农业气候问题。例如，影响我国小麦生产的主要问题是水分，其次是温度，江南水分过多，不适宜种小麦，华北北部过少，不适宜旱地小麦；柑桔在长江流域中部和北部有低温冻害，是不适宜发展区；甘蔗主要受热量条件的影响，长江流域缺乏高产的热量条件；茶树受低温的影响，淮河以北有严重冻害，大叶种不能超越极端最低气温多年平均 -3°C 等值线以北；棉花主要受现蕾后的无雨日数影响，北方、南方都有多雨日年份，是棉花产量波动的原因；水稻有低温冷害，影响水稻高产品种的应用；对大豆，指出了干湿状况是影响产量稳定性的主要原因。影响橡胶产量的主要原因是寒害，其次是台风。

4. 提出了调整布局和发展生产的农业气候方面的建议。区划的结果指出，江南大部分地区不适宜种植小麦，宜适当少种，华北北部不适宜种旱地小麦，柑桔应在浙江南部、江西南部、湖南南部、贵州南部、广西北部、四川、长江三峡发展，茶树、甘蔗、甜菜、苹果等不宜北移或南种。明确了上述作物及麻类、蚕桑等适宜的发展地区。明确了水稻、玉米、大豆等作物各个区域的气候优势，指出了水稻的合理布局，不宜过多扩大面积、三熟制和晚熟品种。指出建立玉米生产基地的地区；指出冷凉区发展大豆比玉米强，恢复黄淮区大豆生产等。橡胶树在解决北移后，提出了在海南岛南部发展最适宜，在海南岛北部及西双版纳南部适宜，在次适宜区须调整部局，不再发展，其余地区不适宜发展的意见。

小 麦

崔 读 昌*

(中国农业科学院农业气象研究室)

小麦是主要的粮食作物之一,在我国占有重要地位。目前形成了北方比较集中,水浇地产量较高,旱地产量低;南方少而分散,常年产量低而不稳。这种生产上的区域性分布也是和自然条件、社会因素紧密相连的。对小麦来说,我国的气候是北方地区光、热条件适宜,但水分条件很差;南方有些地区水分充足,但光、热条件不利,同是在南方,由于气候条件与小麦生育的供求节律不同,也有各种差别。同时,我国小麦生态类型很多,分布广,又形成了小麦对生态条件的选择性、适宜性,这种特性存在明显区域性,使小麦的生育和产量在各地有不同的表现。总之,气候生态条件的影响和小麦的适应性,形成了小麦与气候的相互关系,这种关系存在区域性。充分研究揭示小麦气候生态特性、小麦气候条件和小麦与气候的关系的区域性,是进行小麦气候区划的基础。

小麦气候区划的目的在于揭示小麦生产与气候的关系,小麦气候的分布规律,为小麦的合理布局,为商品粮基地选择等提供气候方面的依据,做到合理的利用小麦品种资源和气候资源。

关于小麦气候区划已有一些研究工作。苏联的И.А.Гольцберг把世界小麦分为3个带14个区,中国属于冬性稳定带,冬春冷干、夏热、过湿区,这是一种小麦气候条件区划,表征各个产麦区的气候条件,与我国的情况不符。阿根廷的A.J.Pascale提出了世界小麦划分的原则和指标系统;日本研究了小麦的分布界限;P.Thran、S.Broekhuizen在《欧洲农业气候图集》中有小麦气候条件图;《中国小麦栽培学》中作了小麦栽培区划;新疆作出地区性小麦气候区划;四川作过小麦越冬界限的研究。以上这些区划,有些只反映气候条件或现状,并没有反映小麦与气候的关系,缺乏明确的分区指标和多因素的综合影响,对调整布局意义不大。本文在分析气候与小麦的关系和区域性的基础上,作出了小麦气候适宜程度的分区和小麦综合气候区划。

一、我国小麦栽培区域的农业气候特点

(一) 南北小麦气候生态条件地区差异大。北部寒温带春小麦栽培地区年平均气温 $-4--8^{\circ}\text{C}$,小麦生育期平均气温 $14--19^{\circ}\text{C}$,年极端最低气温 $-42--24^{\circ}\text{C}$;暖温带的冬小麦栽培地区年平均气温 $12--15^{\circ}\text{C}$,生育期平均气温 $11.0--13.5^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $-24--17^{\circ}\text{C}$;亚热带冬小麦栽培地区年平均气温 $15--20^{\circ}\text{C}$,生育期平均气温 $10--12^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $-10--0^{\circ}\text{C}$;

* 卢其尧对本文提出许多修改意见。

热带冬小麦栽培地区年平均气温 $21-24^{\circ}\text{C}$ ，生育期平均气温 $15-19^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温在 0°C 以上。降水量的分布也有明显的差异。温带主要冬麦区年降水量 $400-600$ 毫米，而热带麦区的年降水量 1600 毫米以上。年太阳辐射总量、日照时数也是同样情况。总之，我国麦区的气候生态条件的地区之间差异很大。

(二) 不同海拔高度，小麦栽培地区的气候生态条件差异大。我国小麦栽培区最高的为西藏的江孜，海拔 4040 米，生育期平均气温 7.2°C ；海拔 506 米的成都，生育期平均气温 10.7°C ，海拔 298 米的南充，生育期的平均气温 11.4°C 。太阳辐射的总量也有明显地差异，海拔 3658 米的拉萨，年太阳辐射总量 188.0 千卡¹⁾/厘米²，同纬度海拔 260 米的重庆，太阳年总辐射只有 83.1 千卡/厘米²，其它气候生态条件差异也很大。

(三) 生育期气候条件的年际差异大。冬麦区的生育期内，年际降水变率很大。北方麦区可达 $35-40\%$ ，而南方只有 10% ，低温、高温、旱、涝、干热风等发生的时期，各年间也有变动，对小麦生产的影响很大。这也是我国小麦产量波动大的重要原因。

(四) 小麦品种的气候生态特性差异大。冬麦区品种冬、春性有很大差异，南方春性品种，北方有强冬性品种，各种类型品种要求不同的气候条件，春性强的品种在 -11°C 时受冻，冬性强的品种能抗 -24°C 的低温。

以上小麦分布区的气候特点，说明了我国小麦气候生态条件的多样性和复杂性，气候生态条件存在明显的区域性。而各种气候条件的差异又各具生产特点，因此对我国小麦的布局有很大影响。

二、我国小麦种植区的气候条件

我国小麦种植区气候条件差异大，全年气候条件反映了一个地区的小麦生态环境，以及小麦在全年气候条件中的地位 and 可利用的气候资源，而长时期气候条件则直接反映小麦与气候的关系。

从全年气候条件看，春小麦分布地区 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温条件最少在 1900°C ，最多为 3500°C ，主要栽培区在 $2000-3000^{\circ}\text{C}$ 。降水量最少只有几毫米，最多可达 600 毫米以上，较适宜的分布区在 $400-600$ 毫米之间，其分布还受灌溉条件的影响。我国春小麦都分布在光照充足的地区，年日照时数最少在 2300 小时，最多在 3000 小时以上，大部分分布在 $2500-2800$ 小时。

生长期的 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温条件最少在 1400°C 以下，最多在 2400°C ，主要分布在 $1400-2000^{\circ}\text{C}$ 之间。降水量最长达 300 毫米，最少在 50 毫米以下，大多为 $100-300$ 毫米，水分分布差异大是春小麦栽培区的主要特征。日照时数最长达 1300 小时以上，最少在 900 小时以下，大部分栽培区在 $900-1300$ 小时，日照条件都很优越。

从我国春小麦种植区的气候条件的分布规律看，全年积温条件北部少，南部多。生长期积温条件分布的规律与全年的相反，全年积温多的地区生长期短，全年积温少的地区生长期长。降水量东部多于西部，而且相差很大，日照时数东部和西部较少，中部较多，地区间差异小。

冬小麦种植区全年气候条件， $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温最少为 2900°C ，大多数栽培区在 $4500-5800^{\circ}\text{C}$ ，青藏高原可少到 1600°C ，最多的地区达 7000°C 以上。降水量最少的小于 100 毫米，最长达 2000

1) 1 卡= 4.187 焦耳，下同。

毫米，主要栽培区在500—1000毫米。日照时数最少为1000小时，最多为3000小时，主要栽培区在1800—2800小时。

生育期的 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温条件最少1800 $^{\circ}\text{C}$ ，最多2400 $^{\circ}\text{C}$ ，主要栽培区在2000—2200 $^{\circ}\text{C}$ 。降水量最少100毫米以下，最多700毫米以上，主要栽培区150—500毫米。日照时数最少400小时，最多为2500—2800小时，主要栽培区在800—2000小时。

从冬小麦种植区生育期气候条件分布来看，各地积温条件差异较小。温度对我国小麦的分布和栽培影响较大，各地小麦气候生态环境主要差别是越冬条件。降水条件北方少、南方多，在长江流域南部生长期形成多雨中心，在华北平原北部是缺水严重的地区。光照条件北方优于南方，北方小麦生产潜力大。

三、小麦分布的气候界限

我国小麦的分布很广，全国大部分地区都有种植。决定春小麦北界的是热量条件，我国春小麦要求 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 的积温为1400—2200 $^{\circ}\text{C}$ ，黑龙江、新疆北部都超过1500 $^{\circ}\text{C}$ ，都有春小麦栽培，因此，在我国可以说春小麦无北界。春小麦的分布存在南界，我国南界在一月平均气温 0°C 等值线，大致在秦岭和淮河流域一线，在此以南基本无栽培，较适宜的栽培界限在一月平均最低气温 -6°C 等值线以北，大致在鲁南、豫北、晋南、关中、陇南、川西、藏南一线，在此以南很少有栽培，主要集中产区的界限在冬小麦北界以北的地区。在南界以南的地区，春小麦发育不正常，产量极低，或不能形成经济产量。

世界上冬小麦的南界在最冷月平均气温 20°C 。在我国冬小麦可以说没有南界的问题，北纬 18°N 的海南岛南端和 22°N 云南的西双版纳都在 20°C 以下，可以栽培冬小麦，南海诸岛面积小，没有冬小麦栽培。但各种生态类型的冬小麦品种有南限，冬性强的品种在华南不能通过春化阶段，因而延迟或不能抽穗，春性强的品种在北方冬季寒冷地区不能越冬。由于越冬条件的限制，我国冬小麦存在北界，最冷月平均最低气温 -15°C ，极端最低多年平均气温 -22°C — -24°C 为北部界限，大致在辽南、冀北、晋北、陕北、甘肃中部一线，新疆北部由于有较稳定积雪，在极端最低多年平均气温 -26°C 的地方还有种植。

小麦种植的上限，约在海拔4000米，西藏的江孜4060米有冬小麦，浪卡子4460米有春小麦，绝大部分分布在2000米以下的地区。温度与海拔高度有关，七月平均气温在 12°C 以下小麦不能正常发育，我国的西南和西北高海拔地区，七月平均气温低于 12°C 的地区都不能种植小麦，在特殊地形气候的影响地方，在 12°C 以下也可能有小面积的小麦种植，如西藏浪卡子在海拔4460—4750米七月平均气温 10°C 有春小麦。

小麦分布的界限还受干湿状况的限制。在无灌溉条件，生长期降水量小于50毫米的地区不能种植，小于100毫米的地区不能形成经济产量。我国宁夏西部、河西走廊、柴达木盆地西部生长期在100毫米以下，新疆的南疆在50毫米以下，在无灌溉条件下不能种植小麦。

四、小麦生育产量形成与气候的关系

小麦对气候条件的反应比较敏感，生育全过程都受温度、水分、光照等条件的制约，但对小麦生产影响最关键的时期是产量结构各个部分（亩穗数、穗粒数、千粒重等）的形成

期，这对小麦气候区划具有重要意义。小麦的有效分蘖决定亩穗数，分蘖期适宜的温度为14—6℃，高于14℃有不良影响，超过17—18℃不能正常分蘖，成穗率低。高温不利于有效分蘖，低温有强化作用。适宜温度条件持续时期越长，分蘖越多。土壤水分也有影响，土壤干旱不分蘖或分蘖极少。

穗分化期小穗的形成与温度关系最密切。根据对各地小麦穗分化期资料的农业气候鉴定，出苗至拔节期日平均气温12℃是适宜的上限，高于12℃穗分化明显加快，高于18—20℃穗分化过程提前结束。小麦大多在气温3℃停止生长，穗分化也即停止。灌浆成熟期高温不利，缩短灌浆过程，减少干物质积累。温度过低灌浆缓慢，甚至停止。气温大于22℃不利于灌浆，小于14℃灌浆缓慢，8℃以下基本停止灌浆。灌浆期长短对千粒重影响很大，抽穗—成熟期少于30天对千粒重有明显地影响。

小麦越冬期要求极端最低温度不低于-24℃，-15℃可能出现冻害。我国华北南部地区播种过早，或前期温度高，在-11℃的条件下也能出现冻害。新疆地区天山以北有稳定的积雪，小麦越冬可以忍耐-26℃以上极端最低气温。小麦在最冷月平均极端最低气温-15℃，年极端最低气温多年平均在-24℃的地区，由于温度过低，不易越冬，在最冷月平均气温大于20℃的地区不易通过春化阶段，由于温度过高一般不能种植小麦。大部分栽培区影响越冬率不单是温度条件，还受多种因素的影响。

水分对小麦的影响主要是水分供应的盈亏量和水分在各生育阶段的分配。小麦全生育期在极缺水的气候条件下需水约500毫米，播种—出苗期要求3%，出苗—分蘖期6%，分蘖—越冬10%，越冬期7%，返青—拔节期14%，拔节—抽穗期30%，抽穗—成熟期30%，各个阶段缺水或过多都有影响。拔节—抽穗期缺水会严重影响小穗和小花形成，抽穗—成熟期水缺乏影响千粒重，水分过多会造成湿害，影响灌浆。

小麦全生育期过程受气候条件制约，在北界以南的地区，积温条件能满足小麦的需要。南北之间生育期积温没有明显的地区性差异，积温变动在2000—2300℃，例如北京为2200℃，武汉为2110℃，广州为2190℃。说明各地小麦对热量条件的要求是一定的，温度愈高发育速度愈快，生育期也就愈短，温度愈低，规律相反。同时，各地还用不同的播种期来调节生育期的积温条件，因此积温条件不是小麦的限制因子。但各个发育阶段的温度条件对适宜程度有不同的影响。

小麦全生育期的光照条件对产量有影响。我国各地小麦生育期太阳辐射总量有差异，北方地区辐射条件好，四川盆地辐射条件差。按R.S.Loomis和W.A.Williams的方法计算，辐射条件差的成都，小麦生育期的总辐射量为38584.5卡/厘米²（平均日辐射量为200.9卡/日），光合生产潜力可能达到7000斤/亩以上。因此，在一般情况下，辐射条件都能满足小麦生育及产量形成的需要。我国各地日照时数也有差异。根据全国各要素农业气候分析，一般少于4小时/日，对光合作用不利。四川及江南一些地方全生育期的日照时数少，而北方多，日照时数对各地产量有不同的影响。

根据我国各地小麦生长期气候条件的变化型式，和小麦生育期各阶段要求的条件，配置了温度和降水的理想曲线（图1）。

生长期气候适宜曲线，给出小麦各生育阶段和全生育期适宜温度和降水量。适宜的温度条件为播种—出苗期为16—14℃，出苗—分蘖期为14—11.5℃，分蘖—拔节期为6.0—12.5℃，拔节—抽穗期为12.5—14.5℃，抽穗—成熟期为14.5—20℃，适宜的降水条件播种—

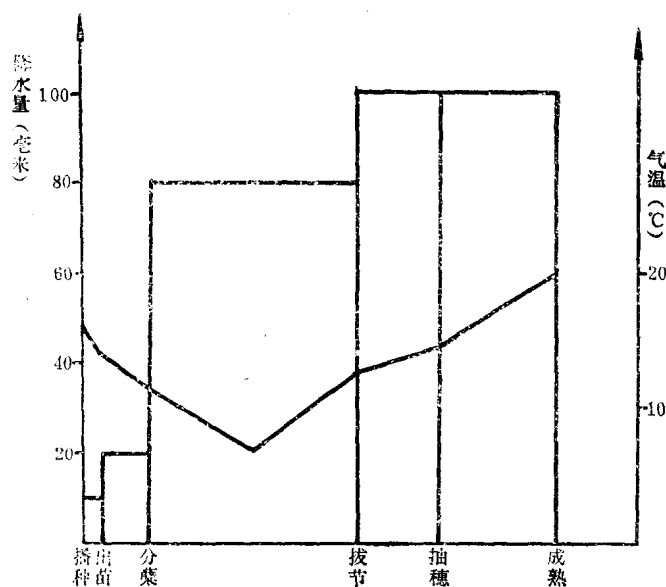


图1 小麦生育阶段理想气候型

出苗期为10毫米，出苗—分蘖期为20毫米，越冬期10—30毫米，分蘖—拔节期为80毫米，拔节—抽穗期为100毫米，抽穗—成熟期为100毫米。这一适宜曲线可以用来评价各个地区各个生育阶段的气候条件。

五、气候与小麦品质

小麦的品质受多因素的影响，即受品种特性、生活因子、环境条件等的影响，其中气候条件也影响到小麦品质的好坏。小麦品质的地区差异反映了这种现象的影响。例如，西藏生产的小麦的面食适口性差，四川小麦制作的面条煮食易烂，南方小麦不如北方的品质好，都是因为小麦品质不同的缘故。小麦蛋白质含量绝大部分是由清蛋白、球蛋白、醇溶谷蛋白（麦胶蛋白）和谷蛋白（小麦蛋白）组成，而后两种蛋白是烤蒸面食和制作面条的基本成分，上述现象都是与这类蛋白质的含量有关。这类差异与气候条件有一定的联系。关于小麦的品质与气候条件的关系，目前的研究材料较少，《中国小麦栽培学》指出，我国小麦蛋白质含量自北而南随降水量与相对湿度的递增有逐渐减少的趋势。潮湿气候形成的麦粒皮层较厚。北部麦区籽粒小，皮薄、硬质率高、蛋白质含量高，出粉率高，南方麦区籽粒稍大，皮厚、灰分稍高、硬质率低，蛋白质含量较低，出粉率较低。苏联有人在研究蛋白质含量时，注意到大陆性气候和海洋性气候不同的情况。对我国亚热带小麦蛋白质积累速度的研究指出，亚热带灌浆期阴雨连绵，日照时数少，空气湿度大，在土壤湿害和病害严重条件下，不能提高蛋白质含量。上述分析指出品质与气候的某些现象，但这些问题都没有得到具体的肯定的结论。根据中国农业科学院分析室，用各省平均值的对应品种，对蛋白质含量与气候条件进行的相关分析，分析蛋白质含量与全生育期和抽穗到成熟期的日照时数、太阳辐射总量、生育期日数、积温、平均气温、日较差、年较差和降水量、空气湿度等要素的关系的分析资料，结果表明，蛋白质含量与全生育期和抽穗—成熟期日照时数、太阳辐射总量、全生育期平均气

温、积温、降水量、日较差和生育日数等不相关,说明这些要素对蛋白质含量不发生直接影响,这些条件基本上能满足形成一定数量蛋白质的需要。而与年较差、抽穗到成熟期平均气温成正相关。

(一) 蛋白质含量与年较差¹⁾

气温年较差可以表示一个地区气候的大陆度、大陆性或海洋性气候的强弱与小麦蛋白质含量的关系,统计分析的结果 $r = 0.677$ 、 $F = 10.687$,冬小麦的相关系数较高, $r = 0.783$,达到显著水平(图2)。即蛋白质含量与气温年较差呈正相关。

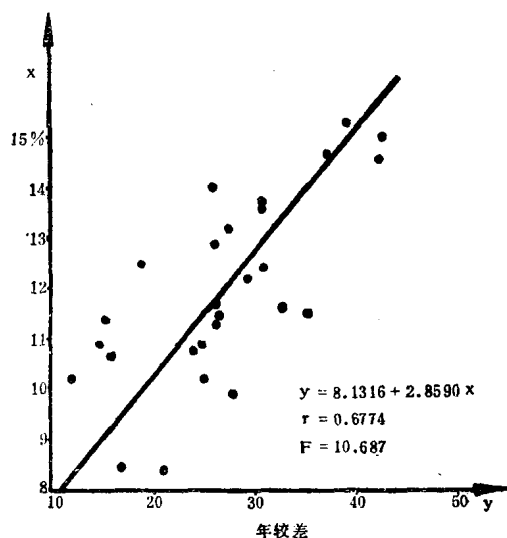


图2 气温年较差与蛋白质含量

我国气温年较差的分布是北部大,南部小,最大在40℃以上,小的可在20℃以下,而且愈往南愈小,蛋白质含量的趋势是北部多,南部少,海拔高的地区比海拔低的地区含量少,我国东北和西北大部分地区蛋白质含量最高,达到13%以上,华北地区大多达到12—14%,长江流域和华南地区大多10—12%,西藏和四川盆地最少,为8—9%,这与我国气温年较差的地理分布基本一致(图3)。

(二) 蛋白质含量与抽穗至成熟期日平均气温

抽穗至成熟期的日平均气温不仅影响小麦籽粒的饱满度,而且影响小麦的品质,在较低温度条件下,千粒重高,蛋白质形成少;在较高温度条件下,千粒重低,蛋白质积累多,对脂肪分解快,赖氨酸不稳定,形成或积累少。经分析,蛋白质含量与抽穗至成熟期平均气温呈正相关($r = 0.603$ $F = 7.676$),相关性显著(图4)。

我国小麦抽穗至成熟期日平均温度北部地区高,南部地区低,海拔高的地区低,而蛋白质含量与平均温度的分布也基本一致。这说明蛋白质的形成要求较高的温度,而淀粉合成在较低温度条件下有利(表1)。

空气相对湿度与蛋白质含量的关系不密切。我国许多地区如拉萨、云南北部、川南的相对湿度小,与华北相近,但蛋白质含量少,华北蛋白质含量却比较多;东北春麦地区相对湿

1) 蛋白质含量资料引自中国农业科学院分析室。

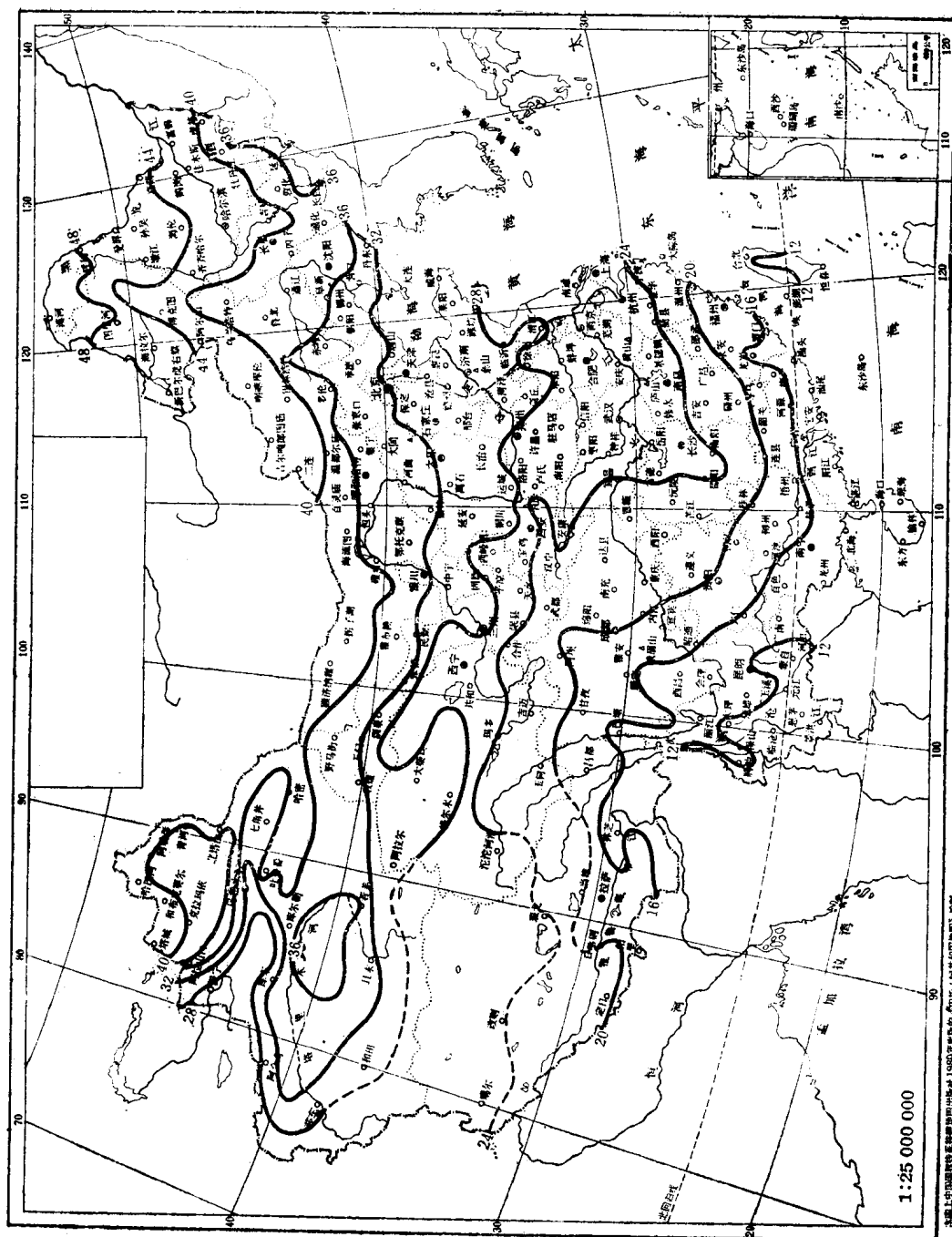


图3 全国气温年较差 (°C)

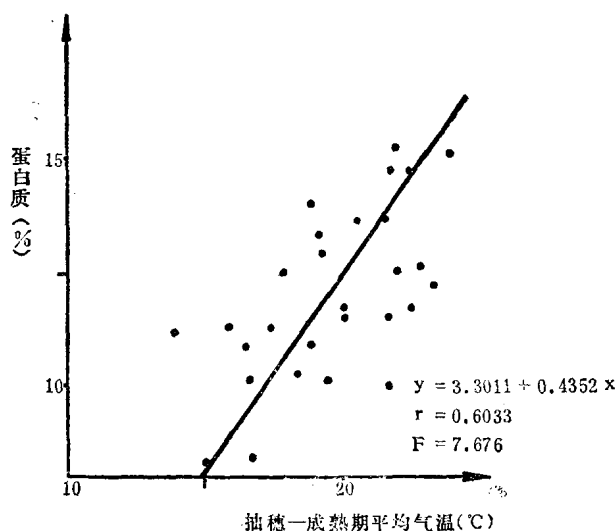


图4 小麦抽穗—成熟期日平均气温与蛋白质含量

度比北部春麦地区大，蛋白质含量却多，这些情况表明，蛋白质含量与空气湿度不相关。

当然，蛋白质含量与品种也关系密切，在同一地区不同品种有差异，即使气候较差的地区也可育出高蛋白质含量的品种。

表1 小麦蛋白质淀粉含量与抽穗—成熟期平均温度的关系

地 名	品 种	抽穗至成熟平均气温(°C)	淀 粉 (%)	蛋 白 质 (%)
天 津	7336	21.8	52.0	13.72
武 汉	南大2419	19.2	53.5	11.15
广 州	努尔依	16.5	55.4	10.61
拉 萨	肥 麦	15.0	56.9	8.37

根据以上分析，品质好坏与气候条件有关，存在着明显的地域性，我国北方的气候条件对发展优质小麦有利。而南方小麦产量不高，品质也较差，气候条件对发展小麦生产不利。

六、小麦的气候产量

我国小麦的产量与气候密切相关。光、热、水是小麦产量形成的基本要素。太阳辐射是有机物质形成的基本条件，气温与水分能促进和限制小麦的光能利用，前面已分析了我国光、热条件绝大部分产麦区都能满足小麦生产的需要，说明我国小麦具有很大气候生产潜力。但是，在我国的农业气候条件中水分条件是一个限制因子，主要是生育期降水总量和分配、年际变化等方面的干挠，对产量的波动起着关键的影响。因此，不仅要研究它的气候生产潜力，而且要研究实际的气候产量，这需从光、热、水三个基本因子来研究我国小麦的气候生产力

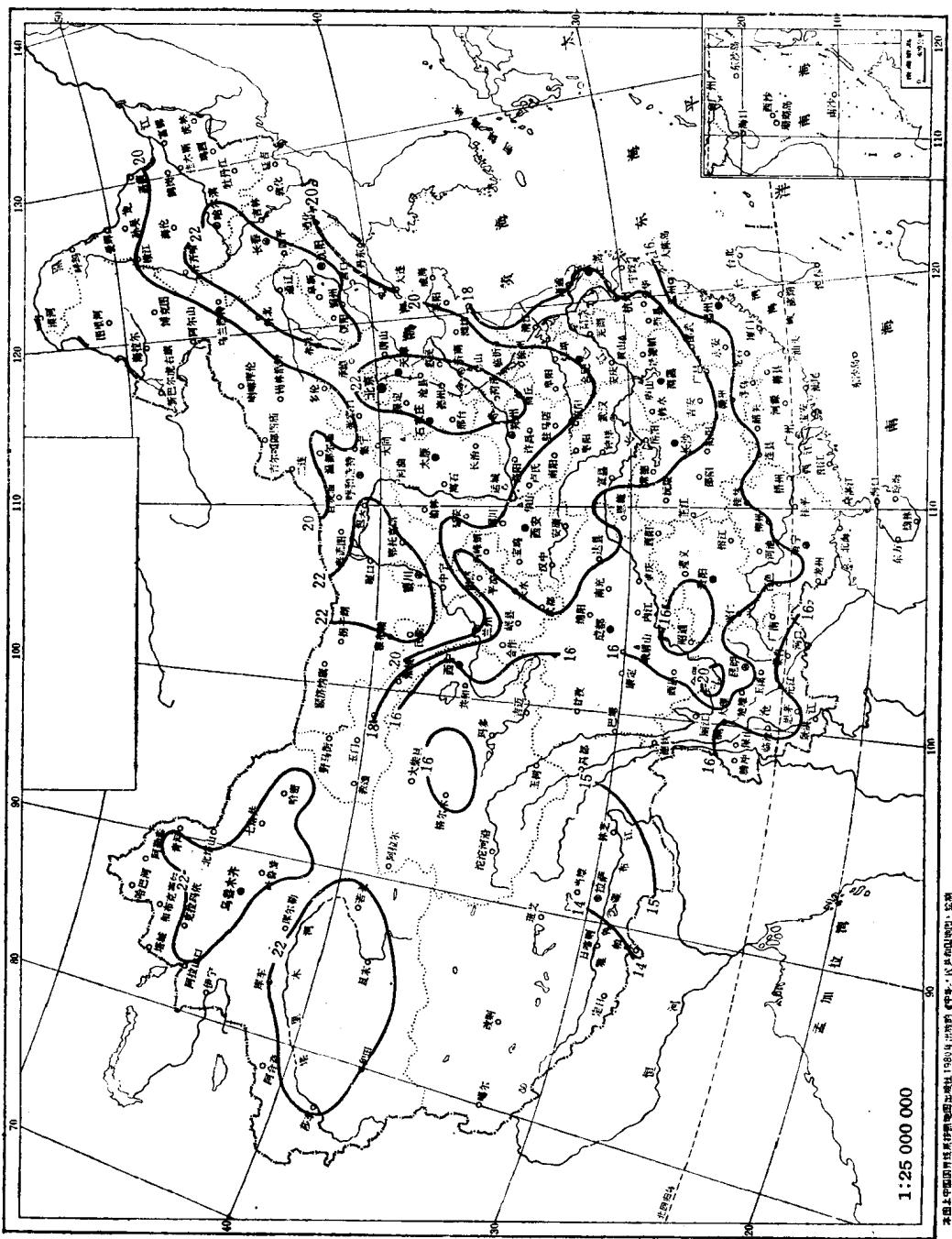


图5 全国小麦抽穗一成熟期平均气温 (°C)