

苏联农业技术与天气关系的研究

农业是露天作业,受天气、气候的影响极大。即使在今天的科学技术水平下,每一项农业技术措施的采用还都直接或间接与之有关。例如,农业耕作制度的改革,作物合理布局、新品种的引进、病虫害的防治、合理灌溉、科学施肥、农机有效工作等等都要考虑当时当地的天气气候条件。因此,因时因地制宜采用各种农业技术措施就成为栽培管理技术现代化中的至关重要的课题。农业栽培水平愈高,愈需要气象科学的保证,趋利避害,确保农业高产稳产和降低成本!

苏联农业气象工作者在这方面进行了大量的试验研究。全苏农业气象科学研究所专门成立了农业技术农业气象论证处。在菲道谢耶夫教授指导下就确定合理播种期和播种量、科学施肥和田间管理等栽培技术的农业气象依据方面进行了25项技术方法性的研究。现将其主要研究成果综述如下。

这里所说的农业技术或叫栽培管理技术,主要是指,适宜的播种期和播种量、合理灌溉、科学施肥、

最佳的田间管理、病虫害的防治、适时收割以及播前种子处理等一系列栽培措施。

一、适宜播种期

掌握季节,不违农时,是农业生产最基本的要求之一。研究表明,冬作适宜播期平均变化幅度和不适时播种的歉收数量与冬季的气候条件有着密切关

表 1 不按适期播种的冬作粮食歉收额
与冬季严寒的关系

地 区	负积温 (°C)	适宜播期 平均幅度 (天)	歉收(%)	
			早20天	晚20天
苏联欧洲部份非黑土地带, 伏尔加河中游	1000—1600	12—14	20—25	30—35
森林草原和草原地区, 伏尔加河下游	700—900	17—18	20	17—22
白俄罗斯	600	20	24	17
苏联欧洲部份南部地区, 波罗的海沿岸	300—400	27—32	11—16	16—20

系(见表1)。适时播种的植株抗寒能力和增产能力强,不适时播种的植株,有效茎数减少,绝对千粒重降低。晚播时,冬作植株缺苗率增加7—10%;早播时,植株缺苗率增加15—20%。此外,不适时播种的植株还易遭受各种病虫害的危害(见表2)。

苏联欧洲部份北部,在70—80%的年份里,冬作适宜播期因气象条件而变化的幅度为20天;南部地区,为30—36天;而余下的30—20%的年份,为10—15天。

目前农业生产中所确定的适宜播期与按试验资料确定的适宜播期只有60%的年份两者符合,有20%的年份相差10—20天。因此,单凭经验确定播期也是造成农业减产的原因之一,在个别情况下,每公顷减产5—10公担。这60%的年份实际播期与按积温确定的农业气象播期是符合的。确定作物适宜播期要考虑许多因素:栽培技术、品种、秋季条件、越冬条件以及春夏时期生长条件等。但是,目前苏联农业气象工作者尚只根据冬作停止生长前的

表2 冬小麦产量构成及其他指标
与播期的关系
(200年次试验的平均值)

指 标	早 播 (天)		适 宜 播 期	晚 播 (天)	
	30	20	20	30	30
有效茎数(米 ²)	360	365	420	315	255
每穗籽粒数	29	26	26	25	25
千粒重(克)	33.3	36.8	37.3	35.7	32.5
有效分蘖数	1.0	2.0	2.0	1.6	1.6
冬季存活植株(%)	62	70	84	78	25
隐茎根受害率(%)	42	22	5	3	0
条状花叶病受害率(%)	62	45	4	0	0
条锈病受害率(%)	42	34	23	35	41
谷粒中蛋白质含量(%)		12.8	12.9	13.2	13.8

有效分蘖数确定冬作适宜播期,而其他条件目前尚不好考虑。在这种情况下,按8月25日—10月25日期间的日平均温度确定适宜播期的作法,还是可行的。

研究还表明,冬作和春作如不适时播种,还将影响无机肥的肥效。如冬作晚播20天,无机肥的肥效平均降低20%;早播20天,降低40%。

二、合理密植

合理密植是作物栽培的最重要的,也是老问题之一。因为,只有合理密植,才能充分有效的利用空

气和阳光,最大限度地提高光合效率。

在农业文献中介绍各地播种量时,都是只考虑农业因素,如土壤肥力,作物品种生物学特性,前茬、播种时期与方法,种植任务、地形条件等。而对天气气候条件考虑很少。农业气象试验研究表明,只要每年按着天气条件灵活机动地确定大麦播种量,30—50%年份的产量可增加1—2公担/公顷。

在苏联非黑土地带6月份土壤温度是确定适宜播种量的调节因子。若6月份降水少于25毫米,每公顷3—4百万粒的播种量,可望高产;在25—60毫米时,每公顷播种量最好为5—6百万粒;在61—90毫米时,密植最为优越(大于6百万粒/公顷)。但在很湿润条件下(降水量大于90毫米时),播种量偏少(3—4百万粒)时,产量反而最高。

但是,湿润年份和干旱年份欲达到最高产量,其播种量是不同的(见表3)。

从表3看出,在湿润年份可以获得最高产量的播种量为5—6百万粒/公顷;干旱年份则为4百万粒/公顷。

表3 在不同播种量和湿润条件下(森林地带)
大麦相对平均产量(以最高产量%表示)

年 份	播种量 (百万粒/公顷)									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
湿润年	78	85	94	100	99	94	94	93	92	
干旱年	70	90	100	95	89	89	89	81	51	

据Ю. Н. 奇尔柯夫在卡卢加州三年的试验表明,按照农业气象条件确定的玉米密度所获得的绿色生物质产量为对照地的180—220%。

三、作物田间管理

这里所说的田间管理包括:播后镇压,聚雪,雪水排蓄,破开土皮,冬作春耙,追肥,防治杂草、倒伏和病虫害等等。一句话,田间管理是贯穿在作物全生育过程中一整套的农业技术措施。

植株倒伏是高水平栽培技术条件下减产的原因之一。它使籽粒和茎秆质量降低,也给收割工作带来很大困难。倒伏的庄稼易发生锈病和菌病,一般可减产20—30%。

谷类作物倒伏的原因是茎秆机械坚固性或者说根与土壤的附着力和植株上的动力负荷失调。气象条件对作物倒伏有双重影响:(1)一年中有些气象

条件可使庄稼增强抗倒伏的能力；(2) 灾害性天气现象(阵雨、大风、冰雹、早秋霜冻)又会加重作物的倒伏。其中以大暴雨和风为主，它们是直接影响，而其他气象条件，如气温、空气湿度、土壤湿度、辐射强度等是间接影响，即这些要素影响着茎秆的坚固性。研究表明，因降水庄稼茎叶上的重量，一般增加20%，其上部增加40%。降水对倒伏的影响与其强度和雨量有关。

观测得出，倒伏植株的绿色生物量比正常植株多好几倍，严重地影响了株间湍流交换，使株间太阳辐射分布不均，降低光合效率。倒伏植株低层的辐射比未倒伏的株间少1/2—1/3(见表4)。白天倒伏群体穗层中部的气温比未倒伏的低1—2℃，而相对湿度却大10—15%，倒伏群体上的露水持续时间也长。所有这些都是促使倒伏群体真菌病发生的条件。

倒伏对产量构成影响很大(见表5)。倒伏植株

表4 大麦倒伏群体和未倒伏群体地上
10厘米高度上的辐射量
(太阳高度为50°时，1971年观测)

倒伏情况和观测地点	总辐射穿透量(%)	光合有效辐射穿透量(%)
未倒伏的	28	15
向一边倒伏的	13	7
旋涡倒伏	6	4

表5 大麦倒伏和未倒伏植株产量构成情况

产量构成指标	倒伏的	未倒伏的
一平方米上的株数	352	362
一平方米上的枝数	688	710
一平方米上青穗的枝数	488	580
一平方米上空穗的枝数	15	5
一平方米上的副枝数	88	32
总分蘖力	1.94	1.96
有效分蘖	1.39	1.60
主茎绝对粒重(克)	39.8	47.3
所有分枝上的绝对粒重(克)	34.1	40.6
主茎穗中饱满的谷粒数	43.7	20.6
所有分枝穗中饱满粒数	77.5	45.4
主茎穗平均粒数	21	21
主茎穗发育不良穗的平均数	3	2

在抽穗期籽粒绝对重量一般降低20—25%，乳熟期降低11—16%，腊熟期降低5—10%。

四、施肥(无机肥)

土壤肥力、作物生物学特性、农业技术水平和天气气候条件是建立肥料基地和最佳用肥体系的决定因素。研究表明，因天气条件变化而引起无机肥效的逐年变化，非黑土地带为25—80%，黑土地带为35—70%，无机肥效与天气的关系见表6。

总的来说谷类作物产量与施肥量的关系是，非黑土地带其相关系数为0.73，黑土地带为0.52；分别来说，西部湿润黑土地带为0.57；中部地区为0.65；南部和东南部地区为0.66，北高加索地区为0.72。这些数据表明，在现代农业技术水平下，要想研究确定作物产量与环境因子的定量关系，不考虑化肥指标是不可能的。

表6 无机肥效与气象因子的相关系数

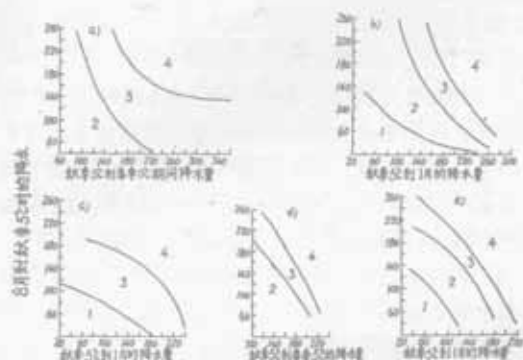
地 区	降 水	土 壤 湿 度	气 温	饱和差	综合天气条件
黑 土 地 带	0.20—0.50	0.30—0.53	0.20—0.25	0.40—0.46	0.50—0.81
非 黑 土 地 带	0.30—0.78	0.60—0.70	0.30—0.40	0.30—0.50	0.60—0.86

施肥量不仅影响产量与肥料之间的结构，而且也影响其他因子在产量形成中的作用，例如，在非黑土地带的低水平化肥条件下，产量的变化差不多同等地取决于天气条件和无机肥施肥量，可是高水平化肥化的地区，天气条件在产量变化中的作用提高1—3倍。这说明在高农业技术水平下，更不能忽视天气条件的作用。

研究农业化肥化过程中的农业气象问题，目的在于通过考虑天气气候条件提高无机肥和化学药剂的使用效果，具体地说就是解决如下三项任务：

- (1) 建立各地带的化肥肥效模式，为全国各大区安置无机肥生产提供科学依据；
- (2) 随着氮肥肥效的提高，研究肥源再分布的问题；
- (3) 按照天气条件制定无机肥适宜施肥量和施肥期。

农业气象研究所农业技术农业气象论证处A. И. 菲道谢耶夫教授以及其他研究人员根据大量的试验资料研究出一种确定适宜施肥量的预报图(见附图)。在这种预报图上，按秋、冬季降水不同组合，把湿润条件分I—IV级(F_1 — F_4)。例如，按秋、冬降水量，若点落在图上的II(F_2)区时，则建议把按照农



附图 早春谷类作物(a, b, c)氮肥订正值和冬作(d, e)春季追肥量与秋冬时期的降水量关系

[图注]非黑土地带:a—半休闲和未休闲地上的春作, d—冬作追肥量

黑土地带:b—半休闲和未休闲地上的春作, c—冬作追肥量;

东南干旱地区:c—半休闲和未休闲地上的春作。

肥量:a图:Ⅱ—低于标准,Ⅲ—标准(40—60公斤/公顷),Ⅳ—高于标准;

b图:Ⅱ—低肥效,Ⅲ—低于标准,Ⅳ—标准量(40—60公斤/公顷),Ⅴ—高于标准;

c图:Ⅱ—低肥效,Ⅲ—标准(40—60公斤/公顷),Ⅳ—高于标准;

d图:Ⅱ—比标准低10—15公斤/公顷,Ⅲ—标准施肥量,Ⅳ—比标准高20—30公斤/公顷;

e图:Ⅱ—低肥效,Ⅲ—比标准低10—15公斤/公顷,Ⅳ—计算量,Ⅴ—比标准高20—30公斤/公顷。

表7 依秋、冬时期的降水量和施肥量而定的早春作物平均产量(公担/公顷)非黑土地带

降水等级	氮肥施用量(公斤/公顷)							气候频率 P(F _i) %
	20	40	60	80	100	120	180	
F ₁	2.4	2.2	2.7	2.9	2.4	2.4	0.3	16
F ₂	1.8	3.1	3.7	3.9	4.5	5.0	1.5	57
F ₃	2.2	4.4	5.5	5.3	6.0	8.3	9.2	27

业化学和农业条件确定的氮肥量减少40—50%;若点落在Ⅴ区(F₄),则应增加40—60%的施肥量。表7给出各种氮肥施用量的效果与秋、冬时期的降水量的关系(F_i地带)。

由于各地肥效相差很大,因此,就产生按当地的天气条件灵活机动调配肥源的问题。按天气条件制定氮肥资源基地调配方案时,应从四方面着手研究:

1) 前作从土壤中吸收了多少无机质;2) 前茬收割

到播种时的持续时间(皆与天气条件有关);3) 计算冬、春时期的降水及其对肥效的影响;4) 考虑夏季时期的天气条件。

当年的气象条件对来年肥效的影响是通过土壤中的无机营养变化体现出来的。一般认为,丰年后,应增加施肥量;歉年后,需要减少施肥量。根据前作吸收的无机质与产量、施肥量和气象条件的回归方程式研究得出,若把各作物和各地的方程用复相关系数表示,则氮的相关系数 $r=0.75-0.95$,磷的 $r=0.81-0.97$;钾的 $r=0.78-0.96$ 。

春播各类作物对肥料的反应与前作收割后到秋季气温通过5°C时的持续时间呈反相关。一般说来,这一时期拖延10天,苏联欧洲各地氮肥效降低0.2—0.6公担/公顷,或者说比最大肥效降低6—20%。这种持续时间可作为谷类作物对无机肥效反应的惰性指标。

秋、冬时期降水对黑土地带的肥效,作用最大。两者的相关系数,非黑土地带 $r=0.236$;黑土地带 $r=0.508$ 。

五、品种搭配

对于提高土地生产力来说,十分重要的是作物栽培不仅要适应每年的栽培技术水平,而且还要根据天气条件合理安排每年的种植面积结构和品种搭配。

在苏联干旱地区,按照农业气象条件来说,在轮作中最好机动灵活地调配早熟粮食作物、晚熟粮食作物和冬作的种植面积。例如,伏尔加河中下游地区,在秋旱后的年份里半休闲地最好种春播粮食作物;秋季湿润后的年份里,最好扩大冬作面积比例。根据П. Г. 卡巴诺夫的多年试验资料,秋旱后粮食作物平均产量:秋耕休闲地的冬黑麦为17公担/公顷,半休闲地为5公担/公顷;秋耕休闲地的冬小麦为12.4公担/公顷,半休闲地为4.3公担/公顷,秋耕地春小麦为14公担/公顷。这样,若秋旱,半休闲地的冬作粮食与春小麦减产9—10公担/公顷。

在秋季湿润后的年份里粮食作物平均产量:秋耕休闲地的冬黑麦为27.9公担/公顷,半休闲地为24.7公担/公顷;秋耕休闲地的冬小麦为22.3公担/公顷,半休闲地为21.1公担/公顷;秋耕休闲地春小麦为14.7公担/公顷。在这些年份里,即使半休闲地,冬作的粮食产量也比春小麦的产量高7—10公担/公顷。

据菲道谢耶夫统计,在乌克兰地区若能根据天

气条件灵活调配小麦品种，则绝对休闲地的粮食收成将增加 13%，半休闲地将增加 16%。

在确定种植面积和品种搭配方面的研究工作，农业气象研究所在以下四个方面进一步发展了生物气候相互补偿原理，目的在于提高农产品收获量的稳定性。第一是地理播种原理，这是基于大范围内的天气条件特点，是非同步的；第二是间套复种原理；第三是品种搭配原理；第四是同一作物群体自调原理。

此外，Д. Н. 尼基琴娜等人，就北高加索地区冬小麦品种结构最佳化方法方面作了有意义的研究。他们根据品种的生物学特性和秋季时期的天气条件提出了相应的农业气象建议，为每年合理选择品种和安排播种面积提供了依据。

如前所述，农业技术还包括病虫害的防治、排灌制度的制订以及防御其他农业气象灾害等。这些问题也是十分重要的。尤其病虫害的防治是农业气象为农业技术服务工作中的重要任务。科学灌溉制度的制定同样也需要农业气象工作者的配合。这几方面的研究概况将另作介绍。

但是，仅从上面所介绍的研究来看，开展各项农业技术措施的农业气象研究是非常重要的，它具有

比较重大的经济意义。

据苏联农业机关官方的统计，由于采纳了各项农业气象建议，近几年已获得了较大的经济收益（见表 8）。

表 8

年 份	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
收 益 (百万卢布)	0.7	1.0	0.4	0.3	18.1	3.7	7.6

主要参考文献

- [1] А. П. Федосеев. ТР. ВНИИСХМ, вып. 1, с. 32-49, 1980.
- [2] А. П. Федосеев "МИГ", 1980г., № 8, с. 90-97.
- [3] А. П. Федосеев Агротехника и погода, 1979г.
- [4] А. П. Федосеев ТР. ИЭМ, 1978г. вып. 4, с. 3-22.
- [5] Д. И. Никитина等 "МИГ" 1976 г., № 1, с. 88-95
- [6] Ю. И. Чирков Агрометеорология, 1979 г.

连 山综合