

气候变化对东北区粮食产量的影响 及其适应性对策*

马树庆

(吉林省气象研究所, 长春, 130062)

摘 要

采用作物生长发育和产量形成对气温、降水等资源环境条件的反应函数,建立了在气候变化条件下粮食产量变率理论推算模式,分析了在主要农作物生长季气温升、降 1—2°C 与降水增、减 10%—20% 的各种组合条件下,东北各地粮、豆作物产量的变化,提出了适应气候变化的农业对策。结果表明,气候变化对产量影响较大,地域差异明显。气温升、降 1°C,粮、豆单产将升、降 2%—40%,东北部变幅大于西南部;降水量增、减 10%,西、西南部粮食产量将增加或减少 10% 左右,东南部则相反。各地应根据其影响情况采取不同的农业生产对策,如调整作物品种布局和种植结构,加强灾害防御,以确保粮食生产长期持续稳定地发展。

关键词:气候变化,影响模式,粮食产量,农业对策,东北三省。

1 引 言

近些年来,全球气候变化已为世人瞩目,国内外有关气候变化及其对人类活动影响的研究都很多。多数认为由于大气 CO₂ 等温室气体的不断增加已使全球气温明显升高,且 40 年后全球气温将再升高 1—3°C,上升 1.5—2.0°C 最有可能^[1-3]。进入 1980 年代后,中国气候明显变暖,10 年内气温上升了 0.2—0.4°C,升温幅度中、高纬地区大于低纬地区,内地大于沿海^[4]。东北区属中高纬区,气候变暖明显,近 80 年内平均气温上升了 0.8°C 左右^[4,5]。气候变化对农业生产影响较大,如年平均气温升高 1°C,中国农业气候带将向北移动 100km,农业区域特征将发生变化。气候变化对农业的影响有利也有弊,许多人认为大气 CO₂ 浓度提高和气温升高对农业有利,产量会提高,但这仅是单方面考虑的结果,由于伴随气候变暖的降水变化及其分布尚不很明确,且中国不少地区水分对农业的影响大于温度的影响,从而使气候变化对农业的影响复杂化。此外,气候变暖注定是波动性的,必有低温阶段。中国各地干湿冷暖差异很大,应分区研究气候变化对农业的影响。东北三省是粮食主产区,应重点研究气候变化对主要粮、豆作物产量的影响。本文以东北各地 1971—1990 年资料为基础,模拟在不同气温、降水变化条件下各地粮、豆产量变率,指出趋利避害的农业对策。

2 气候变化影响模式的建立

多数人采用统计或动力模式模拟气候变化及其影响。本文采用理论推算方法建立模

* 初稿时间:1995 年 3 月 7 日;修改稿时间:1995 年 10 月 20 日。

拟模式,以使模式各部分都有明确的物理意义。

粮食产量形成是在人为作用下,通过绿色植物光合作用,将光、热、水、气、土壤等资源转化为可食用的有机干物质的过程,其产量高低取决于作物自身的生理特征、气候、土壤、农业投入和农业技术等因素。就某一作物、某一地区而言,作物生理、土壤、农业投入及农业技术等因素是相对稳定或固定不变的,或是由人为因素决定的,而本文着重分析难以人为控制且非常活跃的气候因素,故可以不考虑非气候因素或作为一个综合常数(C)对待,因此粮食产量构成可表示为:

$$Y = CQf(T)f(R)f(N) \quad (1)$$

其中 Y 为作物单产, C 为综合常数, Q 为光合有效辐射或总辐射, $f(T)$ 是作物光合作用的温度反应函数, $f(R)$ 为产量形成的水分反应函数, $f(N)$ 为作物有效生育日数订正函数。东北主要作物生长季多处于5—9月内,因不同时期单位水、热条件变化对产量影响不同,故将式(1)写成5—9月之和的形式:

$$Y = C \sum_{j=5}^9 [Q_j f(T_j) f(R_j)] f(N) \quad (2)$$

气象要素 Q, T, R, N 由目前平均状态(a)变化到另一状态(b)时,粮食产量增减百分率(y_b)为:

$$y_b = \frac{Y_b - Y_a}{Y_a} 100\% \quad (3)$$

某一时期内,产量对气温变化的反应函数采用下式:

$$f(T)_j = \frac{(T_j - T_{1j})(T_{2j} - T_j)^{B_j}}{(T_{0j} - T_{1j})(t_{2j} - t_{0j})^{B_j}} \quad (4)$$

$$B_j = \frac{(T_{2j} - T_{0j})}{(T_{0j} - T_{1j})}$$

其物理意义为,某一时期平均气温(T_j)对作物正常生长发育获得高产的满足程度($f(T)_j$)是由该时期作物生长发育的下限温度(T_1)、上限温度(T_2)、高产的适宜温度(T_0)和外界自然环境温度(T_j)决定的函数,是一个在0—1之间变化的非对称的近似抛物线的曲线(图1)。其中 $T_j = T_{aj} + \Delta T = T_{bj}$, ΔT 为气温变化幅度。根据东北三省粮、豆(玉米、水稻、大豆)与气温的关系、高产年份的温度条件及部分文献^[6-8],确定了3种主要粮、豆作物的 T_1, T_2 和 T_0 (表1)

表1 主要作物的下限、上限和最适温度指标(°C)

月份	生育时期	玉米			水稻			大豆		
		T_0	T_1	T_2	T_0	T_1	T_2	T_0	T_1	T_2
5	苗期	20.5	8.0	27.0	21.0	9.0	28.0	18.5	7.5	26.0
6	营养生长期	24.5	11.5	30.0	25.0	12.5	32.0	23.5	10.0	30.0
7	营养-生殖并进	27.0	14.0	33.0	27.8	15.0	33.0	26.0	13.0	32.0
8	授精、灌浆期	25.5	14.0	32.0	26.3	15.0	33.0	24.5	14.0	30.5
9	灌浆成熟期	19.0	10.0	30.0	19.3	10.5	30.0	18.0	10.0	30.0

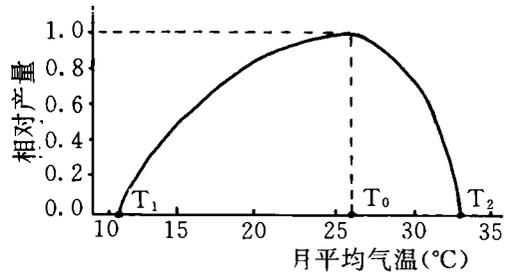


图1 产量对气温变化反应函数图示

粮、豆产量对农田水分的反应函数用下式表示:

$$f(R)_j = 1 - \frac{(1 - h_j)R_j - W_j}{W_j} \cdot k \quad (5)$$

式中, R_j 为月降水量; h_j 为径流系数; W_j 为作物月需水量, 由草地蒸发力 (E_j) 与各时期作物系数 (α_j) 之积决定^[9,10], 即: $W_j = E_j \alpha_j$; k 为反映农田水分盈、亏额对产量不同影响的经验参数, 东北多数地区平、岗地单位水分盈余对产量的限制作用小于单位水分亏损的影响, 故 k 为 0.5—1.0 之间^[10], 但低洼地带相反, k 略大于 1.0. E_j 采用彭曼法计算, 它与空气水汽压饱和差有关, 进而与空气的温度有关, 其表达式为:

$$E_{bj} = E_{aj}(1 + \rho \cdot \Delta T) \quad (6)$$

式中, E_{bj} 为温度变化后的草地蒸发力; ρ 为单位气温变化所产生的蒸发力变化率(%), 综合马树庆^[7]、毕伯钧^[11]、张厚瑄^[12]、王继新^①的研究结果, 取 $\rho = 0.057$, 即气温升、降 1°C, 蒸发量增加或减少 5.7%。

因水田以灌溉为前提, 根据东北水浇地水利条件, 取水田的 $f(R) = 0.92$, 即目前水利条件对水稻需水保证程度为 92%^[13]左右。

作物有效生育日数订正函数用下式表示:

$$f(N) = 1 + \frac{(n(T) - n_0)}{1.7n_0} \quad (7)$$

式中, n_0 为 5—9 月日数; 常数 1.7 的意义是: 东北区气温春末、秋初较低, 1.7d 的热量积累相当于生长季 1d 的热量积累^[13], 而温度变化对生育日数的影响主要表现在春季回暖早、晚及秋季降温的快与慢; $n(T)$ 表示农作物生长季稳定 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的日数(有效生育期间长度), 其值与温度变化有关, 马树庆、高素华、毕伯钧的研究都表明, 气温升高或降低 1°C, 稳定 $\geq 10^\circ\text{C}$ 的日数将延长或缩短 7—8d^[7,11], 即:

$$n_b(T) = n_a + 7.5\Delta T \quad (8)$$

各地总辐射 (Q_j) 均能满足农作物的正常要求, 且年变化较小, 故不作为变量。但因其月变化较大, 对计算结果有一定影响, 故保留在模式中, 参加计算。

综合式(2)—(8), 得到气候变化影响模式。

3 气候变化对产量的影响

计算了东北三省 110 个气象台站所在市、县农作物生长季逐月气温升、降 1—2°C 与降水量增、减 10%—20% 的 30 多种可能气候变化情况下玉米、水稻、大豆 3 种作物产量变率。现以东北第一主栽作物——玉米为代表, 逐项分析。代表地、市、县的计算结果如表 2, 玉米产量变率如图 2 所示。

3.1 温度变化的影响

降水量保持不变, 在一定温度范围内, 大多数地区玉米产量随气温的升、降而明显地增加或减少, 产量变率为北部大于南部, 东部大于西部。在黑龙江北部和吉林省东部等低温地区, 气温升高 1°C, 单产提高 20% 左右, 其中 50°N 以北的市县将增产 30%—60%, 当

① 王继新, 气候变化对中国热带、亚热带北界的影响, 1992(单行本)

气温升高 2.0°C 时,这些地区产量提高 35%—100%。沈阳、长春、哈尔滨等中部平原区,气温升高或降低 1.0,1.5,2.0°C 时,产量分别增加或减少 10%,14%和 17%左右,其中降温减产幅度略大于升温的增产幅度。西部齐齐哈尔、白城、朝阳等地市属半干旱区,气温升高 1.0 和 1.5°C 时,分别增产 4%和 5%左右。当气温升高 2.0°C 时,尽管生长季气温仍不超过最适温度 (T_0),但因农田耗水量增加,干旱加剧,限制了热量资源利用,辽西和西南地区产量反而下降 1%左右。

表 2 各地不同气候变化情况下玉米单产变率(%)

$\Delta R\%$	ΔT						ΔT					
	-2.0	-1.0	0	1.0	1.5	2.0	-2.0	-1.0	0	1.0	1.5	2.0
	哈尔滨						长春地区					
-20	-31.7	-21.7	-13.4	-8.5	-6.5	-4.8	-27.6	-17.3	-9.3	-3.6	-1.5	0.2
-10	-26.8	-14.7	-5.6	2.3	5.2	7.6	-25.3	-12.7	-2.8	5.0	8.0	10.3
0	-23.3	-11.1	0	9.8	13.0	15.9	-25.2	-12.1	0	10.2	13.9	17.2
10	-20.3	-7.4	3.8	13.7	18.0	22.0	-26.3	-12.2	0.2	11.2	16.1	20.4
20	-20.8	-5.4	7.6	17.6	22.0	26.0	-28.3	-14.1	-0.7	11.2	16.1	20.6
	沈阳						白城					
-20	-11.6	-4.2	-0.6	2.4	3.2	3.6	-30.9	-23.9	-18.7	-15.2	-14.0	-13.2
-10	-14.8	-4.8	3.2	7.7	7.6	8.0	-23.0	-15.2	-9.2	-4.8	-3.2	-2.2
0	-20.4	-8.6	0	7.1	10.0	11.8	-15.6	-6.8	0	5.0	6.7	8.0
10	-27.6	-15.9	-5.3	3.7	6.2	8.7	-9.7	1.0	8.7	14.3	16.3	17.7
20	-34.7	-23.3	-12.7	-3.5	0.5	4.1	-6.2	6.5	16.5	23.1	25.4	27.1
	朝阳						丹东					
-20	-21.0	-18.7	-17.9	-18.6	-19.4	-20.5	-12.8	1.4	14.8	25.2	29.7	31.3
-10	-13.7	-8.8	-7.7	-8.4	-9.3	-10.6	-26.0	-4.7	8.2	19.5	24.4	28.9
0	-8.1	-3.2	0	1.7	1.4	-0.7	-29.8	-14.6	0	13.4	18.5	23.0
10	-3.7	2.8	5.7	7.2	7.3	7.0	-39.1	-24.3	-10.1	3.1	9.3	15.0
20	-3.8	5.1	11.0	12.9	12.7	12.5	-48.4	-34.1	-20.2	-7.1	-1.0	4.7
	伊春						宝清					
-20	-38.3	-13.1	13.1	39.3	52.2	65.7	-33.2	-19.3	-6.5	2.6	6.6	10.3
-10	-43.5	-18.7	8.8	35.5	48.0	60.2	-30.4	-16.3	-3.2	8.5	13.8	18.8
0	-48.7	-25.8	0	26.7	40.2	53.6	-27.4	-13.3	0	11.9	17.3	22.3
10	-53.9	-32.8	-8.8	16.4	29.3	21.2	-26.8	-10.8	3.8	15.2	20.7	25.8
20	-59.1	-39.8	-17.6	6.2	18.3	30.6	-29.0	-11.7	4.1	18.4	24.7	29.2
	敦化						呼中(最北部)					
-20	-49.9	-28.1	-8.2	8.8	16.5	23.6	-68.3	-44.5	-11.8	35.1	57.6	79.6
-10	-47.7	-23.7	-3.6	15.7	25.0	33.3	-67.8	-38.0	-2.0	47.9	71.8	95.0
0	-51.3	-26.0	0	20.7	30.0	38.8	-69.8	-41.7	0	60.3	86.4	110.5
10	-54.8	-30.9	-5.9	19.4	32.4	43.3	-45.2	-45.2	-4.7	54.8	84.9	115.0
20	-58.4	-35.8	-12.0	12.4	24.6	36.7	-73.7	-48.6	-9.6	50.0	89.9	109.1

在东北,气温升高对产量的影响是很客观的,这与实际情况很吻合。气温升高 1°C,有效生育期延长 8d, $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温增加 200 多度·日,主栽作物品种可向晚熟方向移 1—2 个熟型,农业气候带向北移 100km,向东部山区移 70—80km,向高海拔方向移 200m 左右。差一个品种熟型,其产量差是 9%—10%。当气温上升 2.0°C 时,东北多数地区最热月(7—8 月)气温也仅仅是接近最适温度,基本无负作用。可见升温的增产潜力是较大的。

3.2 降水量变化的影响

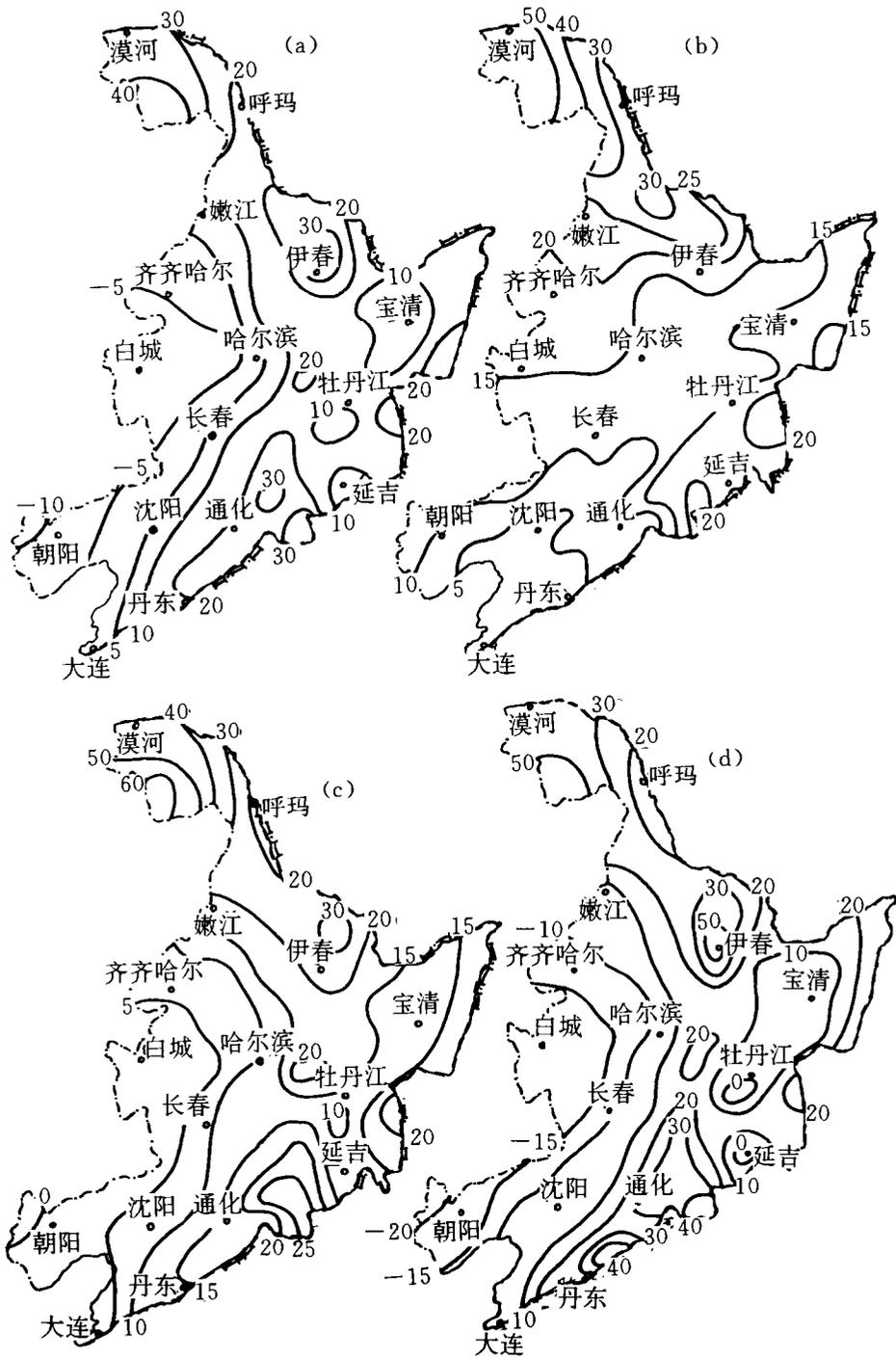


图2 气候变化对东北区玉米产量影响分布图(%)

(a: $\Delta T = 1.0, \Delta R = -10\%$; b: $\Delta T = 1.0, \Delta R = 10\%$;

c: $\Delta T = 1.0, \Delta R = 0$; d: $\Delta T = 1.5, \Delta R = -20\%$)

当气温保持目前状况不变、降水变化时,产量变化地域差异较大,也很复杂。降水量增加或减少 10% 时,东北西部的齐齐哈尔、白城、朝阳等地将增产或减产 10% 左右;而东南部山区相反,如多雨易涝的丹东、桓仁、通化,白山等市县将减产或增产 8% 左右。黑龙江省的伊春、铁力市雨水增加时产量也下降。东北区的中部平原区降水变化 10% 对产量影响不太大,多在正、负 5% 以内。当降水增加 20% 时,西部半干旱区将增产 20% 左右,而东南部丹东至通化一带减产 20% 左右,吉林、梅河口、抚顺一带半山区及尚志、铁力、伊春等市县减产 10%—15%,东北中部平原区变化不大。反之,当降水减少 20% 时,西部干旱加剧,将减产 18% 左右,东南部山区增产 14% 左右。因东部山区以林为主,农田比例较小,中、西部以农为主,为粮食生产基地,因而就全东北而言,适当增加降水对粮食生产是有利的。

上述降水量变化与产量变化的模拟与东北各地历史降水与产量的统计关系非常吻合。在西部地区,多雨年雨水增加比例与产量增长比例基本一致,反之,少雨年产量也相应下降。在东南部山区,多雨年产量相应下降,而少雨年则相应增产。

3.3 温度、降水的综合影响

气温上升与降水增加相配合,对东北绝大多数地区都有利。当气温升高 1℃、降水增加 10% 时,黑龙江省北部将增产 20%—40%,吉林、黑龙江两省的东部将增产 15%—20%,西部地区增产 13%—17%,中部地区增产 10% 左右;辽南、辽东山区仅增产 3% 左右,多雨的负效应与增温的正效应抵消了一部分。当气温升高 1℃,降水增加 20% 时,东南部山区正负效应抵消,而西部增产 20% 以上,北部地区也增产 20% 左右,中部和东部山区增产 10%—17%。温度升高 2℃ 和降水增加 20% 配合时,东部、北部多数地区大幅度增产,中、西部也明显增产,东南、南部增产幅度较小,为 5% 左右。

气温上升很可能伴随着降水减少,这种情况对东北西部半干旱区不利,对东、北、东南部最有利。气温升高 1℃、降水减少 10% 时,西部齐齐哈尔、朝阳、白城一带减产 5%—9%,东南部及黑龙江北部增产 20%—40%,东部地区增产 10% 左右,中部平原区产量变化不大。气温升高 1℃ 与降水减少 20% 相配合,中部、西部、西南部及吉林省东部延边盆地都将减产,其中中、西部主要产粮区将减产 5%—17% 不等,这会给东北粮食生产带来严重影响,尽管北部及东南部可增产 20%—35%,但其产量比重较小,难以补偿中、西部的损失。在降水减少 20% 时,即使气温上升 2.0℃,西部粮食产区仍将减产 10%—18%。

反之,气温降低的情况也会出现,至少在气候变暖过程中的低温阶段会出现。气温降低而雨水增多时,东南山区大幅度减产,东部山区及北部也明显减产,西、南部会略有增产。当低温少雨时,西部地区大幅度减产,东北部和北部也明显减产,东部山区也将减产,只有东南部、南部少数市县产量略有增长。

水稻以水利灌溉为基础,因而产量变化主要取决于温度变化。其产量随气温的升降而增减(图、表略),其反应敏感性强于玉米,东部地区和北部地区气温升、降 1℃,水稻产量将增加或减少 20% 左右,中部增加或减少 13% 左右,西部增加或减少 6% 左右。气温上升 2℃ 时,东、北部将增产 50% 左右,部分市县增产一倍以上。中部平原区也将增产 20% 左右,当然,气温下降 2℃ 时,这些地区将大幅度减产。

气候变化对大豆产量的影响在地域分布上与玉米相似,只是大豆对温度的反应不象

玉米那样敏感,而对水分的反应比玉米敏感。因大豆生长发育的温度、水分指标与玉米不同,故气候变化对产量的影响也有一定差别。气温升高 1°C 而降水不变时,多数地区大豆产量增加 $5\%—15\%$,东、北部增产幅度大于中、西部地区。气温不变,降水增加或减少 10% 时,中部地区变化不大,西部地区产量增加或减少 12% 左右,东南、东部山区则相反,将减少或增加 10% 左右。当气温升高 1°C 、降水增加 10% 时,北部和西部增产 $15\%—40\%$,东部增产 15% 左右,辽南、辽西增产 $3\%—10\%$,中部地区增产 10% 左右。当气温升高 1°C ,降水减少 10% 时,西部地区减产 $5\%—10\%$,东南部及北部增产 $20\%—30\%$,中部和东部增产 $5\%—15\%$ 。

4 气候变暖的适应性对策

气候变化对东北粮食生产影响很大,有利有弊,且地域差异较大。粮食生产要逐步适应这种变化趋势,趋利避害,持续发展。在气候变化中,气候变暖为一全球性大趋势,故本文主要讨论气候变暖及伴随的水分条件变化的农业生产适应性对策。

4.1 调整农作物品种布局 and 种植结构

农作物生长季气温上升 1°C , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的持续期延长 $7—8\text{d}$,积温增加 200 多度 \cdot 日。如 40 年后气温上升 1.5°C ,则 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温增加 300 多度 \cdot 日,农业气候带将向北移 150km ,即喜温的玉米、水稻晚熟品种区将向北扩展 150km 左右,在长白山区,品种适宜种植高度可提高 270m 左右,目前以早熟品种为主的东北北部地区和东部长白山区可采用中熟或中晚熟品种,辽东地区、吉林省半山区及黑龙江省南半部可采用晚熟品种。品种调整两个熟型后,各地产量都可增长 20% 左右。

气温上升 1.5°C 后,吉林省中、西部平原区的南半部和辽宁北部地区积温可达到 $3300—3500$ 度 \cdot 日,有效生育期达 170d 左右,一年只收获一茬作物不足以充分利用热量资源,可推广小麦-玉米两茬套种,共生期可由目前的两个月左右缩短到 45 天左右,而在辽中、辽西采用这种方式,麦-米共生期为一个半月左右,效果更好,可大大提高单产和效益。在辽南地区, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温将达到 $3700—3900$ 度 \cdot 日左右, $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温可达 $4200—4400$ 度 \cdot 日,虽然仍不能满足小麦、玉米二熟制的积温要求,但实行小麦-玉米套种两熟的条件更好,效益更高。

应指出的是,气候变暖过程中必有低温阶段,仍有低温危害,在气候变暖没有达到某一稳定的阶段水平之前,不可盲目改变熟制、引种晚熟品种和南方喜温作物,以免在低温阶段、低温年内造成严重损失。此外,两茬套种或两熟制要考虑水分条件的配合,不能只看温度条件。

4.2 防御旱涝灾害,保护生态环境

气候变暖与气候变干有实质性联系,气温升高 2°C 后,即使降水不变,干燥度也将增加 0.2 左右,西部半干旱区会向中部推进,干旱程度会加重。如气温上升、蒸发量增加,降水再减少,情况就更严重了,如无人控制与保护,西部地区会逐渐荒漠化,中部半湿润区将变成半干旱区,农田生态环境会恶化,农业水资源供求矛盾更加突出。因而应充分利用较丰富的地下水资源,多打防旱井,广泛实行座水种抗旱播种措施;大力研究和推广节水灌溉和节水栽培技术以及旱地保墒保水增产技术等。同时要大面积植树种草,防风固沙,

改善农田水热条件,缓解和扼制农田的沙化及退化趋势。此外,气候变暖后,干、湿变化会更明显,区域性旱涝灾害更加突出,应防御个别年份出现严重洪涝灾害。实践证明,加强农业基础设施建设是防灾减灾保证粮食持续发展的关键。

4.3 加强作物病虫害防治

气候变暖会加重病虫害发生程度。气温升高 1.5—2.0℃ 后,吉林省及黑龙江南部地区的粘虫、玉米螟将由一代变为二代,而辽宁中、南部由二代变为三代区。病虫害越冬存活量将增加,发生期会提前,发生程度加重。因而要加强病虫害测报及防治,减轻损失,做到有备无患。

此外,在农业科技、投入、栽培技术、耕地利用,农业服务等方面都应适应气候的长期变化,以保证东北农业的可持续发展。

参考文献

- [1] WMO,政府间气候变化专门委员会.气候变化的科学评估.1990,6:127—163.
- [2] 屠其璞.CO₂浓度增加对中国气候变化趋势的影响.气象科学,1990,(1):1—7.
- [3] 马丁·帕里著,周克前译.气候变化与世界农业.北京:气象出版社,1994.9—20.
- [4] 赵国藏.近40年来三北地区温湿度变化.气象学报,1992,50(3):383—385.
- [5] 朱其文.吉林省近80年月季温度变化趋势分析.减轻自然灾害文集.长春:吉林科技出版社,1992.102—117.
- [6] Cutforth H W and Shag Kewich C F. A temperature response function for corn development. Agric for Meteor,1990,50.
- [7] 马树庆.气候变化对吉林省粮食产量影响的模拟研究.自然资源,1994,(1):34—40.
- [8] 韩湘玲.作物生态学.北京:气象出版社,1991.34—70.
- [9] FAO of the united nations. yield response to water. FAO. Irrigation and Draing,Rome,1976.
- [10] 马树庆.吉林省农田水分资源农业气候鉴定方法研究.自然资源,1988,(3):80—86.
- [11] 毕伯钧.气候变暖可能给东北农业生态环境的影响及对策.应用生态学报,1991,2(4):334—338.
- [12] 张厚璋.关于气候变化对我国农业生态环境影响及对策的几点看法.中国农业气象,1992,13(3):20—23.
- [13] 马树庆等.东北区气候、土壤资源生产潜力及开发利用研究.地理科学,1995,15(3):1—10.

A SIMULATING STUDY ON THE INFLUENCES OF CLIMATE CHANGE ON GRAIN YIELD AND THE COUNTERMEASURES IN THE NORTHEAST CHINA

Ma Shuqing

(Jilin Research Institute of Meteorological Science, Changchun, 130062)

Abstract

Using the response functions of the growth and yield of crops to temperature and precipitation, the calculating model of the variability of the yield of major grain crops of Northeast China is founded. the variability of the grain yield in various parts of Northeast China is analysed in association with variable combined condition (temperature change $1-2^{\circ}\text{C}$ and pricipitation change $10\%-20\%$). The agricultural countermeasures to the climate change are also put forward. The results show that the impact of climate change on the yield of grain crops and legumes in various parts of the Area is relative great and the region difference is evident. With 1°C fluctuation of temperature, there will be $2\%-40\%$ variation per unit grain yield in the most part ,and the broadest range of the variation is in the northern and eastern mountationous area, the variation is vary slightly in the south parts of Liaoning Province. In the western area, the yield of the crops will increase by about 10% with an increase of precipitation 10% , where as the crops yield will drops by about 8% in the southeastern part. Different agricultural countermeasures should be taken in various parts to adapt the climate change in the future.

Key wards: Climate change, Grain yield, Impact model, Agricultural countermeasures, Northeast China.