



新疆棉花生产气候风险评估的模型方法初探

Assessment of Climate Risk for Cotton Production in Xinjiang by Cotton Production Regional Assessment System

托丽娜¹, 潘学标^{1*}, 廖要明², 张强²

(1. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094; 2. 国家气候中心, 北京 100081)

尽管目前新疆棉花单产已达到了较高的水平,但生产仍存在潜在的风险。在有关气象因素对棉花产量影响的相关研究中,多数应用的是统计的方法,如影响新疆和内地棉花产量的主要气象因素分析。此外,田间试验表明,苗期干旱对产量影响不显著,蕾期对水分亏缺反应敏感,花铃期供水越差减产越严重,絮期干旱则对品质和早熟有利;在黄土高原半干旱生态条件下,干燥度的构成因子蒸发量是影响旱地棉花产量的关键。

应用模型评估气候对棉花生产的影响的研究,是近十年发展起来的。目前国内外已建立了一些棉花模型,如美国的 GOSSYM、CottonPlus、COTAM,澳大利亚的 OZCOT 等,国内的棉花模型也有潘学标等建立的 COTGROW 等。运用模型对棉花产量进行评估的优势在于可利用逐日气象资料进行产量形成分析,这比统计方法中运用平均或者时段气象资料所得到的结果更有实际意义,解释性强,也有一定的预测性,但目前国内采用此方法进行风险分析还不多。利用历史资料进行气候风险分析,有助于了解年际间棉花生产变异规律,对未来棉花生产布局和进一步提高棉花产量具有很重要的意义,在此拟对利用模型方法进行棉花生产的气候风险评估进行探索。

1 材料与方 法

1.1 气象数据来源

从中国气象局获得石河子、精河、乌苏、库尔勒、若羌、铁干里克、巴楚、和田等市 1961 至 2000 年气象资料,并对其进行输入格式处理和分析。

1.2 研究方法

采用潘学标等开发的新疆棉花生产区域评估

系统(Cotton Production Regional Assessment System,CPRAS)中的棉花模拟模型部分对各地历年棉花生长发育或产量进行模拟,该模型已用新疆棉花生产资料进行验证。

新疆地域辽阔,本文分别模拟新疆南疆和北疆巴楚、和田、精河、库尔勒、若羌、石河子、铁干里克、乌苏 8 个棉区作为代表进行区域棉花产量风险分析。将上述 8 个棉区 1961 至 2000 年的逐日太阳总辐射、最高气温、最低气温和降水量整理成模型所需格式的天气数据,再将各地的土壤数据、地点位置数据、管理数据和作物品种等环境条件和模型参数进行区域化处理作为输入进行 40 年连续模拟。模拟完毕,再用统计方法对模拟结果进行分析。

2 结果与分析

2.1 产量动态与产量风险

根据环境与农艺数据库提供的天气、土壤、管理和作物数据,模拟出棉花各地历年发育期出现的日期、单位面积干物质以及最终的单位面积子棉产量、皮棉产量和霜前皮棉产量,在此以皮棉产量为主进行分析。

2.1.1 产量动态。模拟结果表明,各地区在历年土壤和管理措施输入相同的条件下,年际间的皮棉产量差异较大,因受到气候条件的影响而波动。以变异系数(序列的均方差与平均值之比)来衡量模拟产量年际间的波动大小(表 1)。可以看出,南疆的巴楚、和田、若羌的年际间产量波动较小,而北疆的石河子、精河、乌苏等年际间波动较大。

2.1.2 产量风险分析。将模拟的 8 个棉区 40 年的皮棉产量,进行产量分级处理,得到 40 年中处

收稿日期:2004-09-13

作者简介:托丽娜,女,硕士;*通讯作者, Panxb@cau.edu.cn

基金项目:国家自然科学基金资助项目“棉花栽培气候风险动态评估信息系统研究”(30170535);国家气象中心项目(ZK2003C-12);863 项目国家级农情遥感监测与信息服务平台(2003AA13102);中英气候变化合作项目:气候变化对中国农业生产的影响。

表 1 新疆各地 1961—2000 年模拟皮棉产量变异系数

Table 1 Variation coefficient of simulated cotton lint yield from 1961 to 2000 at typical stations in Xinjiang province

	精和	石河子	乌苏	库尔勒	铁干里克	若羌	巴楚	和田
变异系数	0.585	0.567	0.442	0.351	0.326	0.207	0.197	0.191

于不同产量级别的年数和百分比(表 2)。需要说明的是,某些站点个别年份棉花生长模拟过程中由于受低温等环境条件的影响,造成中途生长停止(死亡),不能完成全部生长历程,其产量极低或为 0,有的无产量结果输出(其产量按 0 计)。

由表 2 可知,在 1961 至 2000 年的 40 年中,在同一区域相同管理条件下由气候所决定的皮棉产量中,巴楚、若羌、和田棉花公顷产量高于 1600 kg 的高产可能性均在 50% 以上,可见当地自然

气候有利于棉花的高产,产量均高出其它地区,如土地条件不受限制可大量种植;与此相反,精河、石河子等地公顷产量低于 600 kg 的棉花低产风险均在 50% 以上,说明自然气候条件对模拟所用品种来说生产风险大,需要调整品种或根据气候年型确定种植面积。从模拟结果看,同为北疆,乌苏的低产风险明显小于精河和石河子,是北疆较适于种植棉花的区域。

表 2 40 年中模拟的皮棉产量不同等级出现的年数及概率

Table 2 Number of years and percentage of different classes of simulated lint yield

地点	皮棉产量等级/ kg · hm ²							
	<600		600~1000		1000~1600		>1600	
	年数	概率/%	年数	概率/%	年数	概率/%	年数	概率/%
巴楚	1	2.5	2	5.0	6	15.0	31	77.5
和田	1	2.5	0	0.0	19	47.5	20	50.0
精河	24	60.0	9	22.5	7	17.5	0	0
库尔勒	9	22.5	10	25.0	20	50.0	1	2.5
若羌	2	5.0	2	5.0	11	27.5	25	62.5
石河子	22	55.0	8	20.0	9	22.5	1	2.5
铁干里克	9	22.5	15	37.5	16	40.0	0	0
乌苏	7	17.5	8	20.0	12	30.0	13	32.5

2.2 影响皮棉产量的气候因素

新疆棉花生育期间的热量条件和辐射量变幅都很大。利用相关分析法对模拟产量结果与气候的关系进行分析,可了解造成产量风险的自然气候因素。根据新疆地形,对代表天山以北的乌苏、塔里木盆地西缘的巴楚、塔里木盆地东南缘的若羌、塔里木盆地南缘的和田进行分析。结果表明,棉花皮棉产量与棉花生长发育期间 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ 的有效积温相关显著,其中北疆相关系数高于南疆;皮棉产量与生育期间的累计辐射量间的相关性虽不如 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ 的有效积温高,但与皮棉也呈正相关,可见棉花生育期间 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ 的有效积温和累计辐射量越大,皮棉产量越高,如乌苏,利用线性方程 $y = 3.4247x - 4857.8$, 可得到公顷产 1500kg, 生长季所需 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ 的有效积温量需在 1856 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ 以上;而出现公顷产 1000 kg 低产的年份, $\geq 12^{\circ}\text{C}$ 的有效积温在 1710 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ 以下。

2.3 不同管理措施对皮棉产量的影响

2.3.1 改变品种对皮棉产量的影响。通过改变管理措施进行模拟,可得到产量对管理措施改变

的响应。南疆(以巴楚为代表)和北疆(以乌苏为代表)棉区改变棉花品种后的棉花皮棉产量比较可知,把巴楚原种植的中棉所 12 中熟品种转换为新陆早 1 号早熟品种后,棉花皮棉产量有所降低,产量减少;同样,将北疆乌苏地区的新陆早 1 号早熟品种转换为新陆中 2 号中熟品种后进行模拟,皮棉产量较早熟品种降低。因此,模型可反映品种改变对产量的影响。巴楚适合中熟品种,乌苏适合早熟品种,这与两地的地形和气候有直接的关系。

2.3.2 改变播种期对皮棉产量的影响。改变播种期后,可模拟出棉花皮棉产量的历年变化。若羌原播种期在 4 月 20 日(第 110 日),如果改变播种期到 5 月 4 日(第 125 日)后,棉花皮棉产量降低,可见若羌地区播种期不能延迟;模拟结果表明,精河从原播种期为 4 月 25 日(第 115 日),改变到 4 月 15 日(105 天),在温度较高的年型可以提高产量,而也有一些年份,由于温度条件不够,提早播种使得死苗,使得产量结果为 0 或降低,所以精河皮棉产量由当年的气候年型(特别是

温度条件)所决定。

3 结论与讨论

由于气候存在时空变异,棉花产量的时空变异也很大。基于模型的新疆1961—2000年气候对棉花产量的风险评估表明,所评估的8个棉区中,巴楚、若羌、和田的高产可能性均在50%以上,而精河、石河子的低产风险较大,低产风险度在50%以上;从气候条件看,生育期 $\geq 12^{\circ}\text{C}$ 有效积温和累计辐射量与棉花产量关系密切。与此同时,根据气候条件制定好的管理措施、选择适当的种植品种也是获得高产优质的必要条件。

棉花模型可以较好的解释气候对作物生理过程的影响,具有较好的适应性,也有一定的应用价值。但模拟过程还不能反映所有的环境和措施的影响,因而模拟结果还有一定的偏差,更多的是反映相对的结果。因此,模拟结果与实际产量有一

定的差距,有待用实测数据对模型进行进一步的调试,增加模型的可信度,以便提高产量风险评估的准确性,使之在作物生产合理布局中得到较好的应用。

另外,为便于年际间气候影响的比较,进行模拟时除气候条件按历史资料输入外,输入的其他的管理措施、品种和土壤条件对于同一个地点都是一致的,这与历史上生产条件不断改变、生产水平不断提高是不同的,因而所模拟的产量不能与历史产量进行比较。但模型可反映出增产与减产的气候年型,如1996年,南疆棉花产量比前一年和后一年低。

模型模拟的方法是一种新的气候风险评估方法,只要输入条件改变,亦可以反映管理措施的差异,对采取适应气候的对策有很好的参考价值。中国气象局提供共享气象数据。 ●

致谢:中国气象局提供共享气象数据。