

安徽省棉花生长气候条件分析及产量预报模式研究

杨太明 陈晓艺

(安徽省气象科学研究所 合肥 230061)

摘要 安徽省棉花产量逐年低而不稳,产量波动相当大,造成这种差异的原因除种植制度、栽培条件等人为因素不同外,还与气候差异密切相关。从农业气象角度分析了安徽省气候条件对棉花生长的影响,并建立该省棉花产量的预报模式。

关键词 棉花生长 气候条件 产量预报

Studies on the climate conditions and yield forecast models in the growing of cotton in Anhui Province. YANG Tai-Ming, CHEN Xiao-Yi (Institute of Meteorology Sciences, Anhui Province, Hefei 230061), *CJEA*, 2001, 9(4): 88~90

Abstract The yields of cotton have been lower and lower year after year, and not stable in Anhui Province. The cause resulting in this discrepancy has closely relation to the difference in climate condition, except for the artificial factors of the planting system, growth condition. From agro-meteorological angles, the effect of the climate condition in the growing of cotton is analyzed, and the forecast models of cotton yield are created in Anhui Province.

Key words The growing of cotton, Climate condition, Yield forecasting

1 安徽省棉花生产及产量分布特征

安徽省棉花栽培历史悠久,解放初期种植面积 20 多万 hm^2 ,1974 年以来一直维持在 26~33 万 hm^2 ,1992 年曾达到 40 万 hm^2 以上。棉花种植主要集中在沿江以北地区,其中淮北地区的棉花播种面积占该省棉花总播种面积的 50%左右,江淮、沿江各占 20%。淮北、江淮和沿江 3 区的棉花单产分别为 525~825 kg/hm^2 、450~525 kg/hm^2 和 825~900 kg/hm^2 。该省 3 个棉花产区的产量差高达 375~450 kg/hm^2 ,沿江地区产量最高,江淮地区产量较低。

2 棉花生长发育与气候条件关系分析

2.1 棉花生长发育与温度的关系分析

棉花是喜温作物,主要生长期在 5~9 月份,全生育期需 $\geq 0^\circ\text{C}$ 积温 3600~4200 $^\circ\text{C}$,安徽省产棉区同期 $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温均在 4200 $^\circ\text{C}$ 以上,可满足棉花积温需要。根据对淮北、江淮、沿江 3 大棉区产量(指气象产量,下同)与全生育期(4~10 月份)的逐旬气温相关分析表明,淮北地区棉花生长温度影响较明显时段在 4 月中旬~5 月上旬,此时棉花正处于播种~出苗期,3 旬平均气温与产量呈明显的非线性关系,当 3 旬平均气温在 16.0~17.5 $^\circ\text{C}$ 范围时随温度的升高,棉花生长发育快,植株健壮,温度超出此范围时对产量的贡献基本为负效应,该区常年同期气温均在 15.5~17.0 $^\circ\text{C}$,温度相对偏低;江淮地区棉花生长对温度要求敏感时段在 6 月中旬~7 月上旬和 9 月中旬~下旬,气温与产量均呈明显二次曲线关系,6 月中旬~7 月上旬正值梅雨期间该区棉花处于现蕾期,当地常年平均气温在 24.0~28.0 $^\circ\text{C}$,而棉花现蕾期温度在 25.0~27.0 $^\circ\text{C}$ 内呈正效应,即随着温度升高而现蕾数增多,温度过高或过低均不利于正常现蕾,该区 9 月中旬~下旬(棉花吐絮盛期)平均气温与产量密切相关,当 2 旬平均气温在 21.0~22.5 $^\circ\text{C}$ 时为正效应,秋季降温较早时将使铃重和衣分普遍降低;沿江地区棉花全生育期逐旬平均气温与产量相关均不明显,反映出该区 4~10 月份的历年温度变化基本适合棉花生理生长需要,积温充沛,产量最高。

2.2 棉花生长发育与降水的关系分析

棉花是直根系作物,主根入土较深,较耐旱,但它生长期长,枝多叶大,生长盛期又正值炎热季节,故耗水量较多,全生育期需水量 450~650 mm ,且不同生育阶段棉田耗水量不等,播种~出苗期需水量占全生育期

的 5%~10%，出苗~现蕾期随枝叶的增大而需水量增多，约占 25%~30%，花铃期是棉花生长旺盛期，叶面积最大，需水量达全生育期高峰期，占 40%~50%，吐絮期则需水量逐渐减少，占 10%~15%。对安徽省棉花各生育期内水分供应状况与产量相关分析结果表明，淮北地区 8 月上旬~中旬降水量与产量呈明显负相关，此时棉花正处于花铃期，降水量 50~100mm 时为正效应，该区同期降水量大于需水量，降水过剩导致蕾、花铃脱落，吐絮期 9 月下旬~10 月中旬降水量与棉花产量呈非线性相关关系，当降水量超过 60mm 时，降水对产量贡献为负效应，干旱型 7 月~9 月中旬降水短缺及湿年型降水过量是影响该区棉花单产的主导因素；江淮地区大气降水分布基本与棉花生育期需水分布相吻合，供需矛盾不明显，除 6 月下旬~7 月中旬期间降水对棉花产量有轻微影响外，其余时段均不明显，沿江地区降水比温度对棉花产量的影响明显得多，该区降水量影响较明显时段在 4 月下旬~5 月中旬(出苗~现蕾前期)和 8 月下旬~9 月中旬(裂铃~吐絮期)，4 月下旬~5 月中旬降水量与产量呈负相关，过多降水对正常出苗现蕾不利，8 月下旬~9 月中旬降水量与产量呈二次曲线关系(基本以正效应为主)，当同期降水量在 10~60mm 范围内正效应明显。

2.3 棉花生长发育与光照的关系分析

棉花是喜光作物，充足的光照是保证棉花获得高产优质的关键条件之一。常年 4~10 月份淮北、江淮、沿江太阳总辐射量依次为 363~380kJ/cm²、347~355kJ/cm²、338~347kJ/cm²。在正常年份下淮北夏季光照充足，水量热量丰富，适宜于棉花生长。沿江地区夏末秋初光照充沛，有利于棉花吐絮、摘收，从而保证棉花有较好品质和较高产量。对各区棉花全生育期日照与产量的相关分析表明，淮北地区花铃期日照相对不足，8 月上旬日照时数与产量呈明显线性关系，其他时段日照对产量的影响均不明显；江淮地区日照对产量影响较明显时段在 7 月下旬~8 月下旬，此时棉花正值花铃期，当同期日照总时数在 250~350h 间为正效应，而日照过多则与产量呈负相关，其原因是日照过多，常因降水偏少而出现伏旱，限制了棉花生长对日光条件的利用，其余时段日照基本能满足棉花生育需求，沿江地区棉花出苗~现蕾阶段正值雨季，阴雨多、日照少，不利于棉花生长，后期日照相对充沛，9 月中旬~下旬日照与产量呈二次曲线关系，当同期日照总时数在 100~160h 内为正效应，超过 160h 与产量呈负相关。

3 棉花产量预报模式

3.1 分区产量预报模式建立

根据安徽省南北气候差异及棉花产量分布特征，该省棉花产量采用先分区预报，然后产生全省预报模式的方法。棉花产量采用统计局 1961~1996 年单产资料，淮北地区单产由阜阳和宿县 2 地区平均值而得，江淮地区单产用滁县和六安 2 地区平均值，沿江地区用安庆和芜湖 2 地(市)单产平均值代替。气象资料选择宿县、合肥、安庆 3 站分别代表淮北、江淮、沿江地区。棉花产量分析通用模型为：

$$Y = Y_t + Y_w + \Delta \tag{1}$$

式中， Y 为棉花实际产量， Y_t 为棉花趋势产量， Y_w 为棉花气象产量， Δ 为随机误差。通过对 3 个棉区实产进行分析，分别采用滑动平均和对数曲线拟合求得各区趋势产量(Y_t)，气象产量(Y_w)是作物各生育阶段气象条件在产量形成过程中的总效应，可视为各生育阶段气

表 1 安徽省棉花分区气象产量预报模式

Tab. 1 Forecasting models of meteorological yield in cotton regions of Anhui Province

分区 Region	气象因子 Meteorological factors	气象产量(Y_w)预报方程 Forecasting equation of meteorological yield
淮北地区 North Anhui	X_1 : 4 月中旬~5 月上旬平均气温	$Y_{w1} = -1216.923 + 145.7596X_1 - 4.3405X_1^2$
	X_2 : 8 月上旬日照时数	$Y_{w2} = -56.8417 + 1.3791X_2 - 0.0078X_2^2$
	X_3 : 9 月下旬~10 月中旬降水量	$Y_{w3} = 1.5258 - 0.1456X_3 + 0.0056X_3^2$
江淮之间 Between Changgang and Houhe	X_1 : 6 月中旬~7 月上旬平均气温	$Y_{w1} = -1503.99 + 112.5404X_1 - 2.0983X_1^2$
	X_2 : 7 月下旬~8 月下旬日照时数	$Y_{w2} = -69.4056 + 0.4489X_2 - 0.0007X_2^2$
	X_3 : 9 月中旬~下旬平均气温	$Y_{w3} = -1912.554 + 169.9538X_3 - 3.7595X_3^2$
沿江江南 South Changjiang	X_1 : 4 月下旬~5 月中旬降水量	$Y_{w1} = -20.1093 + 0.2151X_1 - 0.0005X_1^2$
	X_2 : 8 月下旬~9 月中旬降水量	$Y_{w2} = -2.7775 + 0.1641X_2 - 0.0011X_2^2$
	X_3 : 9 月中旬~下旬日照时数	$Y_{w3} = -12.0368 + 0.1690X_3 - 0.0005X_3^2$

象因子对产量影响函数的累积和。气象产量 $Y_w = Y - Y_t$ ，它可用累加型多重非线性回归来模拟：

$$Y_w = Y_{w1} + Y_{w2} + Y_{w3} + \dots + Y_{wn} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \tag{2}$$

通过气候分析，用统计方法选出各区与气象产量相关显著的因子建成分段气象产量预报模式，各曲线用相关比(R)大于或等于或然差($P \cdot E \cdot R$)的 4 倍(即 $R \geq 4P \cdot E \cdot R$)作为评判回归效果是否显著的标准(S)。由表 1 可知，各模式均极显著。

3.2 安徽省棉花产量预报模式建立

安徽省棉花产量由各棉区的产量综合而成，该省棉花种植分布特点决定了全省棉花历年单产与淮北、江淮、沿江地区单产相关系数分别为 0.9242、0.9326、0.9055(均达极显著水平)，故可用 3 大棉区的产量作为

自变量来预报全省棉花单产。采用多元回归建立的全省棉花单产预报模式:

$$Y(\text{全省})=2.1971+0.3718Y(\text{淮北})+0.3877Y(\text{江淮})-0.2948Y(\text{沿江}) \quad (R=0.996 \quad N=28 \quad S=\pm 2.11) \quad (3)$$

利用该模式作全省产量预报,回代误差均未超过 $\pm 2\text{kg}$,效果较好。

根据安徽省南北气候差异可将该省划为淮北、江淮和沿江3大棉区;在光、温、水气象要素中降水对棉花生产影响最大,最明显的时段为淮北地区8月上旬~中旬和9月下旬~10月中旬,沿江地区在4月下旬~5月中旬和8月下旬~9月中旬;沿江地区8月下旬~9月因降水较少,日照相对充足,是保证棉花高产优质的重要条件;该省棉花产量预报,采用先分区后集成的办法,建立多元回归模式,经回代检验,效果较好。

参 考 文 献

- 1 杨大明等.面向对象的冬小麦产量预报专家系统.中国农业气象,1999(3):36~39
- 2 叶殿绣著.关中棉花产量波动的某些特征及高产稳产的农业气象指标.中国农业气象,1996(4):42~45

海南省文昌市胶-茶-鸡农林复合模式效益显著

海南省文昌市新桥镇有99个自然村2639农户,人口11082人,其中农业人口10025人,占总人口的90.5%。该镇位于热带季风气候区,年日照时数1869~2032h,年太阳辐射能451~481kJ/cm²,年均气温24.2℃,极端低温5.7℃,年降雨量1875~2108mm。该镇土地类型为低丘台地,由玄武岩形成红色粘壤土,土壤有机质丰富,旱坡地有机质26.2g/kg、碱解氮106mg/kg、速效氮3mg/kg、速效钾31mg/kg、pH值为5.5,植被覆盖率高。总土地面积4457hm²,其中耕地1346hm²,林地2908hm²,森林覆盖率42.8%,橡胶林(1614hm²)占林地总面积的84.6%。该镇以种植业为主,畜牧业为第2大产业,历史上以放养加育肥而成的著名“文昌鸡”是当地特产,它有独特的饲养方法。胶-茶-鸡农林复合模式是指改变传统粗放的小规模庭院养鸡方式,利用当地橡胶林地较多的资源条件,在半郁闭的橡胶林内间种茶树,并实行集约经营,大规模饲养文昌鸡。该模式主要特点是“三改两保”,即一改母鸡孵化为孵化机孵化;二改母鸡带养小鸡为温棚集中育雏;三改庭院饲养为胶林饲养;一保中鸡野外牧养;二保肉鸡后期笼养育肥。具体是实行早期30d人工保温育雏,接种疫苗,全价饲料喂养,以保证雏鸡成活率,长好骨架;中期(日龄30~130d)采取胶林牧养,此间除喂混合饲料外,鸡群在胶林中啄食青草、昆虫等食物,以达到提高肉质的作用;后期(日龄130~160d)采取笼养育肥。这种饲养模式既克服了传统的周期长、耗料多的缺点,又避免笼养肉质差的不足;既保持原有品种的特征,又保留了地方传统放牧饲养方式,并配以园林饲养新技术,使文昌鸡特有味道不变,同时达到高产、优质、高效的目的。胶-茶-鸡农林复合模式生态效益显著,海南省高温多雨,暴雨集中,因此单作胶园水土流失严重,水分有效利用率低,而采用胶-茶-鸡农林复合模式后,上层橡胶树冠枝叶交错,下层茶树则起到活覆盖作用,茶叶覆盖层层截留,且茶树枝叶繁茂能阻拦水直接冲刷地面,减少地表径流,起到保水、保土、保肥作用;胶、茶间作后,每年都有一定的茶树枯枝落叶覆盖于胶行和压青用,而橡胶树落叶期间茶树可将其落叶拦截在胶园内不被风吹走,间接增加胶园的有机质积累,养鸡后鸡粪还土土壤提高了土壤肥力,减少化肥、农药的投放和有毒物质的富集,避免环境污染,改善生态环境,该模式能充分利用土壤中矿物质营养,归还物质多,可保持和提高土壤肥力;胶-茶-鸡农林复合系统具有多层、多种的自然生物群落,其生物生产力很高,因橡胶、茶有不同的生长发育节律,1年中发芽、长叶、开花结果的时间各不相同,因此能从其时间和空间的差异上最大限度利用水、土、热、光等热带自然资源,发挥生产优势,使该模式具有较高的生物产量和生态效能;胶、茶间作园内的小气候与单作胶园略有差异,形成了冬暖夏凉和湿度较大的特点,且因胶茶的遮挡作用,林内风速减小,这有利于胶茶的生长,海南植胶区的自然条件得天独厚,但台风危害是该区生产的主要限制因子,在胶园进行多层次间作茶叶等抗风作物后,胶园生产力趋于稳定;运用物种共生原理,将橡胶、茶树、鸡等科学组合,建立以橡胶、鸡为主的良性循环群落,改变单一胶林结构,有利于改善胶园生态条件,符合胶、茶、鸡的生态习性,且能充分利用胶园单位面积和时空,发挥种间互惠共生优势,橡、茶、鸡产量明显提高;胶林下养鸡,鸡雏可自由取食,充分利用半郁闭的林下小环境及草、虫等自然资源,实践证明橡胶林下放养肉鸡,养鸡成本低,疾病少,周期短,肉质好,且鸡排泄物可为胶、茶树提供大量有机肥,提高了土地利用率和产出率。胶-茶-鸡农林复合模式社会经济效益显著,能充分满足社会对胶、茶的需要,并满足人们日常生活中对鸡、茶的需要,比单作胶园更具社会意义;胶-茶-鸡农林复合系统模式所解决的劳动力是单作胶园的3~5倍,充分利用农村剩余劳动力,缓解了社会矛盾;胶-茶-鸡农林复合系统内有鸡排泄物的循环,大大减少了系统外化学能的投入,使系统更趋有机化,节约了化石能源的消耗,海南省胶林内1年可养2~3季“文昌鸡”,鸡的加入使系统资金流动加快,投资回收期缩短,比单作胶、茶见效快;采用林中放养加育肥的方式饲养“文昌鸡”收益最高,因此该饲养方式经济效益较佳;该模式简单易行,能解决农民实际问题,易为农民接受,且可操作性极强,适于大范围推广;该模式充分发挥了区域资源优势,有机地吸收融入了地方的名优特产和橡胶林地,以短养长,扬长避短,综合效益高,因而具有强大生命力。

(孟庆岩 中国科学院地理应用研究所 北京 100101;吴 君 徐州市贾汪区农业局 徐州 221011;王光等 浙江大学农业生态研究所 杭州 310029)