

郑海青

(福建省气象科学研究所,福州 350001)

提 要

利用闽东南近 10 多年花生、甘薯的农业气象资料,分析花生、甘薯生产的气象条件。根据回归统计分析得出以下结论:(1)夏、秋旱是制约闽东南花生、甘薯产量的主要气象灾害。(2)当春花生在 6 月下旬~7 月出现持续无透雨天数>20d,且耕作层土壤相对湿度达 30% 以下时,将影响花生子粒膨大,造成减产。(3)当 8~10 月持续无透雨>30d,且耕作层土壤相对湿度达 25% 以下,将影响甘薯膨大。(4)若 6~10 月该地出现连续大~暴雨过程,由于旱地耕作层蓄水能力低,将造成水肥大量流失,生态恶化。(5)闽东南旱地土壤蓄水能力低,水资源匮乏,应加大投资力度,将地面灌溉改为喷洒灌溉,既可防止水肥流失,又可提高水的利用率。

关键词: 甘薯 花生 土壤水分 干旱 作物需水量

引 言

戴云山、博平岭以东,闽江口以南,统称闽东南。境内多为赤黄壤砂质丘陵台地,种植有 10 万 hm^2 花生、20 万 hm^2 甘薯,花生面积和总产约占全省油料作物总面积和总产的 60% 以上。该地 3 月下旬~4 月上旬为春花生播种期,4 月下旬后即可栽插甘薯,4~11 月雨热同季,十分适宜春花生、甘薯的生长发育。

据近 30 年气候资料统计,该地年际间月雨量变化大,各月雨量变异系数达 70% 以

上,尤其 7~10 月有的年份月雨量不到 10mm,加上丘陵台地砂质土,耕作层保墒性能差,且水利条件不足,所以该地常有夏旱、夏秋旱发生,影响春花生、甘薯产量。研究该地春花生、甘薯的气象条件,耕作层土壤水分状况,对当地农业的可持续发展和水土保持,以及综合治理均有重要意义。

1 材料与amp;方法

1.1 试验地点

试验地点分别在晋江城郊、莆田忠门、秀屿等旱作地块(砂壤土)。

① 本项目为福建省科委农业科技资金项目。

1.2 观测内容

观测内容包括春花生、甘薯各发育日期、产量结构,以及发育期内逐旬耕作层的土壤湿度,所测土层深度分别为5、10、15、20、30、40cm,由于砂壤土坚硬,早期仅测至30cm深。

1.3 资料处理

采用回归与分析方法,分析甘薯、花生产量与气象条件、土壤水分的关系。

2 结果与分析

2.1 春花生产量与土壤水分

计算1983~1992年晋江市春花生(品种:粤油551)出苗至成熟各阶段的气象因子与产量的相关关系,发现产量与下针至成熟阶段的土壤水分、日照时数相关显著,其相关系数分别为0.8、-0.78,可信度达0.01显著水平。这说明下针至成熟期土壤水分越多,产量越高;而日照相反,与产量呈反相关。

春花生下针至成熟约60d,今以下针至下针后30d(约5月中旬~6月上旬)为第一时段,以下针后30d至成熟(约6月中旬~7月中旬)为第二时段,列出丰、歉年间土壤水分与产量因素的关系(见表1)。从表1看出,丰、歉年之间,土壤水分差异大,丰年两个时段的土壤相对湿度大于50%,歉年小于30%。由于歉年土壤水分亏缺,空秕率大,株果重小,亩密度低,所以歉年的产量仅为丰年的一半。

表1 花生下针至成熟期土壤水分与花生丰歉年产量

年景	土壤相对湿度(%)		产量结构			
	第一时段	第二时段	株果重/g	空秕率(%)	每公顷	每公顷
					密度/株	产量/kg
丰年	61.6	52.2	10.5	33.8	233250	2340
歉年	26.1	21.6	7.1	45.9	158595	1110

2.2 甘薯产量与土壤水分

为探讨薯块增重规律,在莆田忠门、晋江永宁等地,对高产栽培的早、晚薯作定位挖株观测。观测品种为新种花。早、晚薯均在插后40d至收获期每隔20d左右,挖出2m²地块的薯块称重,推算666.7m²薯块重量。应用标准生长曲线 Logistic 方程:

$$W = \frac{c}{1 + e^{a+bt}} \quad (1)$$

模拟实验结果。式中 *c* 参照《农业气象统计》^[1]一书中,关于生长曲线拟合 *c* 值的确定,选用等差三点法测出最高产量, *W* 为每666.7m²薯块重, *t* 为甘薯插后的天数, *a*、*b* 为拟合的回归系数。

表2列出早、晚薯薯块累积方程,方程经回归效果检验,其 *F* 值均大于 $\alpha = 0.01$ 的 *F* 值,说明方程回归系数效果显著。

表2 薯块生长曲线模拟结果(品种:新种花)

地点	插期(日/月)	收获期	kg/公顷	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> (kg)
莆田忠门	23/5	13/11	60270	3.6439	-0.03858	4396.8
晋江永宁	24/7	14/12	48315	6.24	-0.07149	3239.6

对方程(1)求导并整理可得薯块累积速度:

$$dW/dt = -bW(1 - W/c) \quad (2)$$

以插后第40d起,每隔5d用式(1)计算出亩薯块累积量,将其值代入式(2),得出其相应时段的薯块日增重速度。用计算结果绘出早、晚薯每公顷薯块累积量的动态曲线(见图1中实线A、C)和早、晚薯日增重速度变化曲线(见图中虚线F、D)。

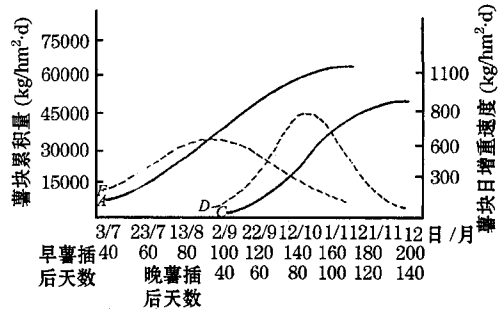


图1 早、晚薯每公顷累积量(图中A、C实线)与累积速度(图中D、F虚线)动态曲线

从图1曲线A看出早薯插后50~140d内,即7月中旬~10月中旬,薯块累积量变化最陡,从其相应的曲线F看出日累积速度达300kg以上,插后65~115d,即8月上旬~10月初,日累积速度接近峰值,每公顷达450~675kg。从曲线C看出晚薯在插后55~115d,即9月中旬~11月中旬,薯块累积量变化最快,其相应的曲线D日累积速度也在300kg以上,其峰值在插后70~115d,即10月中旬~11月中旬,日增重速度达600~

870kg,由此得出甘薯在插后 50~110d 内是薯块增重的关键时段。

据 1983~1988 年晋江市气象局花生、薯农业气象观测资料分析可知,平均来说,每公顷产量大于 15000kg 的,薯块膨大关键期的平均土壤相对湿度均在 33.9% 以上,最大可达 50% 以上,而当土壤相对湿度为 20.4% (1983 年)时,产量则小于 10000kg,一定程度上说明土壤相对湿度的大小与甘薯块膨大期的产量有密切关系。

2.3 持续无透雨天数与土壤水分

以 1984~1992 年晋江 6~7 月土壤湿度资料,统计春花生下针至下针后 30d (第一时段),下针后第 31d 至成熟(第二时段)两个时段内平均土壤相对湿度(y)与第一、第二时段内最长无透雨天数(x)的关系,建立回归方程: $y = 84.2 - 2.6x$,经显著性检验,效果显著。图 2 给出土壤相对湿度与持续无透雨天数的关系,从图中看出,持续无透雨天数大于 20d 者,土壤相对湿度将降至 35% 以下,春花生将受到夏旱的危害。因此选用花生下针至成熟期持续无透雨天数,作为监测春花生年景的气象指标是适用的。

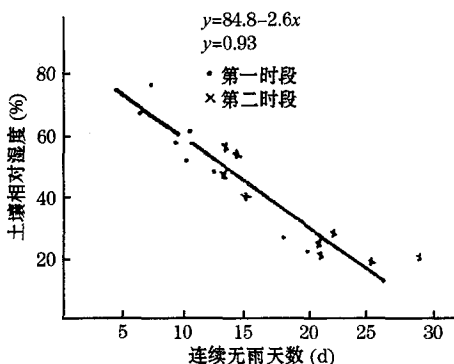


图 2 6~7 月连续无雨天数与土壤相对湿度

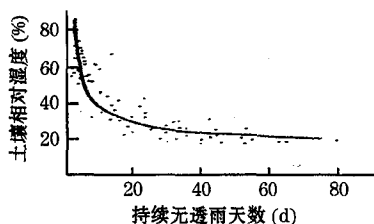


图 3 8~10 月连续无雨天数与土壤相对湿度
8~10 月间,统计从透雨后到下一次透

雨过程开始的土壤湿度变化。9 年间共有 15 个个例,共 73 对资料,点绘于图 3。从图 3 看出,诸点呈指数分布,以指数函数拟合,得 $y = 85.019 \cdot 0.3441^x$,相关系数为 0.89,经 F 检验,回归效果显著。从图 3 还可看出,持续无透雨天数大于 30d,土壤相对湿度将降至 25% 以下,水分亏缺,对甘薯膨大不利;持续无透雨 20~30d,土壤相对湿度将在 26%~30% 之间,土壤水分不足,甘薯膨大受阻,持续无透雨天数越小,土壤相对湿度越大,水分充足,有利甘薯膨大。

2.4 花生、晚甘薯需水量

在实际研究中,作物需水量可用大田作物叶面蒸腾和棵间土壤蒸发消耗水量的总和来计算,它可以通过与气象条件有关的参考蒸散量的计算来确定^[2,3]。

参考蒸散量指完全覆盖地面,不缺水、茁壮生长高度一致(8~15cm)的绿草地的蒸散率。联合国粮农组织改进后的彭曼公式(计算参考蒸散量)的数学表达式为:

$$ET_0 = (\omega \cdot H_t + A_t) / (1 + \omega) \quad (3)$$

式中: $\omega = (\Delta / \gamma) \cdot (p_0 / p_a)$

$$H_t = (1 - \alpha)(a + b \cdot n / N) R_a - \delta \cdot T_k^4$$

$$(0.56 - 0.0079 \sqrt{e_d})(1 + 0.9n / N)$$

$$A_t = 0.26(1 + 0.41u)(e_a - e_d)$$

上述符号含义: ET_0 为参考蒸散量 ($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$), T_K 为绝对湿度, R_a 为某纬度的天文辐射量 ($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$), ω 为权重系数,它可由以下要素来估计: p_0 为海平面气压, p_a 为台站平均气压。 (p_0 / p_a) 通常采用压高公式而得。 Δ 为气温 T_a 时饱和水汽压与温度关系曲线的斜率; γ 为干湿表常数, $\gamma = 0.66$ 。在辐射项 H_t 中: $\alpha = 0.25$,为农田反射率; δ 为斯蒂—波尔兹曼常数, $\delta = 1.98 \times 10^{-9}$ ($\text{mm/d} \cdot \text{度}$); n 为日平均实照时数, N 为取决于纬度和季节的日平均可照时数(h)。 a 、 b 为以日照百分率来计算日总辐射量的经验系数(表 3)。

表中相关系数经检验,均为极显著。在热力项 A_t 中: e_a 为饱和水汽压(hPa), e_d 为实际水汽压, u 为 10m 处风速 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)。

表3 福州估算总辐射量的经验系数^[4]

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	0.098	0.1129	0.1170	0.1368	0.1103	0.1175	0.236	0.1596	0.1376	0.1685	0.1454	0.108
b	0.6813	0.6368	0.5987	0.5663	0.688	0.6292	0.3882	0.5181	0.5534	0.4956	0.5669	0.6586
相关系数	0.949	0.982	0.936	0.829	0.907	0.928	0.615	0.748	0.842	0.865	0.895	0.806

以莆田忠门(1985~1994)和晋江(1969~1990)的气象资料和该地逐月的天文辐射量,按式(1)计算出二地逐月平均参考蒸散量(ET_0),见表4。

表4 晋江、莆田忠门逐月平均参考蒸散量(mm/d)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
晋江	1.5	1.5	1.7	2.4	2.8	3.6	4.6	4.3	3.6	3.0	2.3	1.8
莆田	1.5	1.5	1.6	2.2	2.8	3.5	4.6	4.4	3.5	3.4	2.4	1.8

作物的需水量 ET_m 一般按下式确定:

$$ET_m = K_c \cdot ET_0 \quad (4)$$

式中 K_c 为作物系数,影响作物系数的主要因素是作物种类、品种、生育期和生长状况。本文参考《农业百科全书》(农业气象卷)结合生产实况,确定春花生、晚甘薯各发育期的作物系数(表略)。

据表4逐月日平均参考蒸散量和各发育期及相应的作物系数,代入(2)式,即可算出春花生、晚甘薯各发育期的需水量(见表5和表6)。

表5 春花生各发育期需水量

发育期	天数/d	需水量/mm	日均需水量/mm	占总需水量/%
出苗~旁枝形成(苗期)	15	15.0	1.0	4.9
旁枝形成~开花(前期)	20	38.0	1.9	12.4
开花~饱果期(中期)	60	180.0	3.0	58.7
饱果期~成熟(后期)	20	73.6	3.7	24.0
全发育期	115	306.6	2.7	

表6 晚甘薯各发育期需水量

发育期	天数/d	需水量/mm	日均需水量/mm	占总需水量/%
活棵~蔓伸长(苗期)	15	29.3	2.0	7.3
蔓伸长~薯块形成(前期)	31	92.2	3.0	22.9
薯块膨大期(中期)	61	224.9	3.7	55.9
膨大后期(后期)	30	55.9	1.9	13.9
全发育期	137	402.3	2.9	

为了解闽东南降水量的时间分布,统计莆田、晋江、同安3个代表站近30年在旱作需水时段的雨量常年值。并以年总雨量距平大于10%为丰水年,以年总雨量距平小于-8%为干旱年份,分别统计丰水年、干旱年份的旱作最大需水时段的降水量。表7列出

春花生、晚甘薯需水最大期的雨量概况。

表7 春花生、晚甘薯需水最大期雨量(1961~1990年)

时段	春花生		晚薯	
	中期	后期	中期	后期
历年均值(mm)	392.7	105.2	161.8	108.1
43%的早年(mm)	379.2	84.2	118.5	63.1
10%的丰水年(mm)	448.2	141.1	258.9	102.7

从表7与表5相对照看出,春花生开花~饱果期及饱果后期的雨量均大于春花生的需水量。从表7与表6相对照看出,晚甘薯在蔓伸长~块形成期总雨量均大于晚甘薯的需水量,但晚甘薯在块膨大期,总雨量仅为需水量的一半,显然甘薯在这个阶段严重缺水,是影响产量的重要因素。

虽然,春花生开花~饱果后期总雨量能满足作物需水量,但是闽东南耕作层薄,且为砂壤土蓄水性差,大部分雨量渗漏或随径流而去。因此在遇到连晴天气大于20d,耕作层含水量低,作物又可能遇到干旱的危害。

2.5 旱地耕作层蓄水力^[5]

旱地耕作层蓄水力可由耕作层的有效雨量来推算。旱地耕作层的有效雨量(R_e)为实际降水量(P)减去径流量(Q)和渗漏量(f)。

$$R_e = P - Q - f \quad (5)$$

据简化的农田水分平衡方程:

$$\Delta W = P - Q - f - ET_m = R_e - ET_m$$

式中 ΔW 为耕作层含水量变化,由1983~1994年在晋江、莆田实测的土壤湿度变化换算而得。 ET_m 利用式(4)可得,故有效雨量 $R_e = \Delta W + ET_m$ 。

按上述有效雨量的计算方法,从1983~1994年间共选出17例,每例前10天的旬雨量须大于50mm,以保证耕层土壤相对湿度在50%以上,本旬又有大~暴雨过程,以该旬旬雨量为横坐标,以计算的旬有效雨量为纵坐标,将17例点绘于图4。

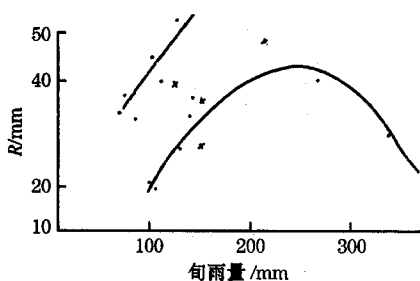


图4 旬雨量与旬有效雨量的关系
(·代表晋江点, ×代表莆田点)

从图4看出,旬有效雨量与旬雨量有二种分布形态:一种呈直线分布,另一种呈抛物线分布。呈直线分布的个例,旬内日雨量小于50mm,多为中~大雨过程,降水强度不大,有利耕层吸收雨水,因而其耕层含水量变化多在8~22mm。呈抛物线分布的各例,旬内有日雨量大于50mm的暴雨过程,降水强度大于入渗率,因而地面径流量大,不利于耕层吸收雨水,其耕层含水量变化多在-25~8mm。

6~10月,该地常有连续暴雨过程,其总雨量大于花生、甘薯的总需水量,但因耕层的蓄水能力差,大部分雨量随径流而去,耕层含水量仅有40mm左右,尚能满足花生、甘薯20d左右的蒸散量,所以该地的夏秋旱将影响作物产量。

3 结论

(1)制约闽东南花生、甘薯产量的气象因子是其生产关键期土壤湿度,而旱地土壤湿度与自然降水密切相关。所以夏秋旱是制约闽东南旱作持续发展的主要气象灾害。

(2)春花生在6月下旬~7月出现持续无透雨天数>20d,耕作层相对土壤湿度将达30%以下,会影响花生子粒膨大,造成减产。

(3)8~10月持续无透雨>30d,耕作层相对湿度将达25%以下,影响甘薯膨大。

(4)6~10月该地出现连续大~暴雨过程,旱地耕作层蓄水能力低,将造成水肥大量流失,生态恶化,应引起有关方面注意,建议种植防护林,改善生态环境。

(5)闽东南旱地土壤蓄水能力低,水资源匮乏,应加大投资力度,将地面灌溉改为喷洒灌溉,既可防止水肥流失,又提高水的利用率。

参考文献

- 1 魏淑秋. 农业气象统计. 福州:福建科学技术出版社, 1985:147~150.
- 2 中国农业百科全书《农业气象卷》. 北京:农业出版社, 1986:116~117.
- 3 中国主要农作物需水量等值图协作组. 中国主要农作物需水量等值图研究. 北京:中国农业科技出版社, 1993:3~8.
- 4 吴章云. 福建省太阳总辐射计算. 福建气象科技, 1990: 15~18.
- 5 裴步祥. 蒸发和蒸散的测定和计算. 北京:气象出版社, 1989:28~230.

Analysis of Meteorological Conditions for Peanut and Sweet Potato Growing in Southeast Fujian

Zheng Haiqing

(Meteorological Research Institute of Fujian, Fuzhou 350001)

Abstract

A study of the relationship between the production of peanut and sweet potato and meteorological condition is made. According to statistical analysis, conclusions are as follows: (1) The drought in summer or Autumn is a major natural disaster for paddy crops. (2) When the number of days with drought (the late part of June to July) is greater than 20d, the soil moisture is less than 30%, the production of peanut was poor. (3) When the number of days with drought is greater than 30d, from August to October, the moisture is less than 25%, the crops suffered from drought. (4) Heavy rain existed from June to October, the run-off is quite large due to low soil moisture storage capacity of the sandy loam, the ecology would be poor. (5) Because the water storage capacity in soil layer is low, it would be changed the irrigational pattern from field irrigation into spray irrigation.

Key Words: sweet potato peanut soil moisture drought crop water requirement