

旱地谷子稳定增产问题

——播种期和雨季的配合

河北省衡水地区农业科学研究所

邓宗岱

谷子(粟)是华北的主要粮食作物,分布广,品种多。米为广大农民所喜好,草为牲畜的最好饲料,故在国民经济中占重要地位。但产量不够稳定,近十年来,谷子面积逐渐减缩,对生产影响甚大。为研究谷子产量不稳定的真实情况,我们曾就石家庄及衡

水地区七个县十二年的旱地谷子产量进行分析,看出历年变动的幅度很大,变异系数自13.0到34.6(参看表1)。这种现象在其他地区也很普遍,如不解决,则对粮食增产和谷子的发展前途,都有很大阻碍。

表1 石家庄及衡水地区七县谷子历年产量变动表 (1949—1960年)

	衡水县	冀县	深县	安平县	平山县	井陉县	元氏县
平均亩产(斤)	112.2	128.1	103.5	104.4	102.1	121.0	137.3
最高亩产(斤)	150.0	184.0	151.0	145.0	157.0	188.0	184.0
最低亩产(斤)	66.0	80.0	79.0	60.0	52.0	57.0	110.0
标准差	27.5	30.8	21.4	24.5	35.4	16.4	21.5
变异系数%	24.7	24.0	20.6	23.4	34.6	13.0	15.6

一、产量不稳定原因的分析

影响作物产量的丰歉,主要有两个方面,即栽培条件和气候条件。试先从栽培条件分析: 1. 品种不同对产量会有一定影响,但各地区的品种变动不大; 2. 地力对产量有相当影响,但在一个地区不会轻易改动,历年变动也不大,因农民对什么地种什么庄稼,有一定的认识; 3. 施肥多少,产量会有差异,但具体到一个地区,则施量不会有大变动; 4. 耕作

习惯,各个地方也常有一定;以上四个条件都不能成为产量不稳定的主因。再从气候条件分析: 试以石专的气象资料来研究; 1. 各年的月平均气温变动不大; 2. 风速,据八年的资料统计,平均不过1.7—1.8秒米,出现15秒米,能使谷子倒折减产的大风记录,8年中仅占0.7%; 3. 日照,全生育期平均在8时左右,变动也不大; 4. 相对湿度,在谷子生育期中,关系较大的开花期,平均在78%以上,对谷子生育及产量并无不利影

响；5.霜雹、霜害几乎没有，雹害也很少，并有局限性；6.蒸发量，是随雨量的变动而起作用；7.雨量，各年的变动很大，据1919—1956年的雨量资料统计，最少之年，仅258.2毫米，最多之年达604.3毫米，相差达3.3倍；而各月的雨量变动更大，单以谷子生育期——4—8月来说，变动率为48—84%。因此可以认为雨量的分布是气候条件方面影响产量不稳定的主要原因。

二、研究方法和设计

降雨量如何影响谷子产量，为什么影响谷子产量，牵涉到二方面的问题：1.作物的需水规律；2.自然降水的分布规律。作物各有其不同的需水阶段，只有能满足其需水的生理要求，产量才能提高；另一方面又受自然条件的限制，只有作物的生长发育及其需水时期与当地自然降水分布规律相适应，产量才能稳定。所以干旱地区谷子稳定增产问题的中心，是栽培技术如何适应自然而可能充分利用自然。

利用不同品种在不同时期播种来鉴定谷子对旱区自然条件的反映，可以从作物不同发育阶段来了解对雨量的配合利用，找出作物对雨量配合最适宜的时期后，再进而研究

经济利用雨水的有关栽培技术以及肥料的经济利用，以实现稳定增产。

试验设计是：用分蘖性不同的三个旱地农家品种（平阳县分蘖少；花里谷分蘖中；三变丑谷分蘖多），作不同播期（4月3日，4月11日，4月21日，4月30日，5月11日，5月21日）的复因子试验，用随机区组排列法，重复4次，设试验地土壤为粉砂壤土稍具粘性，前茬为棉花——亩产约200斤，可以代表干旱地区一般中等黑土地。地下水位二米左右，在土壤深层，30—50厘米处有胶泥层，透水性极不良。基肥每亩土粪6,000斤，完全不浇水，不追肥。

三、研究的結果

1.不同播种期产量差异形成的原因：

（一）田间试验的产量分析：六个播期中，前三期因不能抵抗长期干旱，死株过多，无法计算产量，仅收后三期作产量分析。结果看出不同播种期间的产量差异很显著，播种期后延，产量便逐步提高，其次序是21/5>11/5>30/4。产量的差异主要是受播种期不同的影响，其F值达19.74；而品种间差异不显著，F值只1.22，参看表2及表3。

表 2 粟播期产量的变量分析 (1962年)

变异致因	自由度	平方和	变 量	F 值	说 明
重 复 间	3	43,990.0	14,663.3	2.7	差异不显著；差异显著的5%，水平为3.4
处 理 间	8	240,469.5	30,058.7	5.57	差异极显著；差异极显著的1%，水平为3.36
品 种 间	2	13,204.2	6,602.1	1.22	差异不显著；差异显著的5%，水平为3.4
播 种 间	2	219,936.0	106,468.0	19.74	差异极显著，差异极显著的1%，水平为5.61
品种×播期	4	14,329.3	3,582.3	0.66	差异不显著；差异显著的5%，水平为2.76
机 误	24	129,412.5	5,392.3		
总 数	35	413,874.0			

表3 播期间产量比较

品 种 播 期	平 阳	花 里	三 变 丑	合 计	平 均	% 比
30/4	495	396	443	1,334	445	100
11/5	562	581	572	1,715	572	128.5
21/5	628	587	671	1,886	629	141.3

(二) 构成产量差异的因子分析: 不同播种期间产量差异构成的因子, 主要表现在平均一穗长, 一穗粒重, 一穗粒数和秕粒百分数等四个方面。即平均穗长增加, 穗粒重提高、穗粒数增多及秕粒百分数降低的, 产量便显著提高, 否则产量便降低。至于千粒重和茎实比则差异不显著, 原因是谷子生长后期受雨量影响的差异不大。见表4。

表4 不同播期的性状比较表 (1962年)

播种期	品 种	穗 长 (厘米)	一穗粒重 (克)	秕 粒 %	千粒重 (克)	子粒比 干 草	一穗粒数	一株穗数	一亩穗数	备 注
30/4	平 阳	17.8	7.0±0.39	13.3±1.76	2.65	1:1	2,642	2.0	35,255	穗长, 一穗粒重, 一穗粒数, 千粒重等对产量都属正相关。
30/4	花 里	11.5	4.5±0.30	14.4±0.75	2.60	1:1	1,728	3.1	40,590	
30/4	三变丑	14.2	4.1±0.59	11.8±0.78	2.55	1:1	1,576	5.0	66,247	
平均		14.5	5.1±0.43	13.1±1.10	2.60	1:1	1,982	3.4	47,364	
11/5	平 阳	18.4	8.4±0.42	10.2±1.87	2.73	1:1	3,009	2.1	34,072	秕粒%对产量系负相关。 亩穗数和产量相关不明显。
11/5	花 里	12.6	5.4±0.67	10.1±1.87	2.65	1:1	2,003	4.0	55,852	
11/5	三变丑	15.3	4.8±0.51	11.1±1.38	2.50	1:1.1	1,928	4.3	64,295	
平均		15.4	6.2±0.40	10.5±1.71	2.63	1:1	2,313	3.5	48,470	
21/5	平 阳	20.3	10.0±0.75	9.9±2.81	2.68	1:1.1	3,727	2.4	36,773	
21/5	花 里	14.3	6.6±0.41	9.2±1.41	2.60	1:1.1	2,530	3.4	45,457	
21/5	三变丑	18.2	6.2±0.69	7.8±2.52	2.68	1:1.1	2,312	5.0	53,707	
平均		17.6	7.6±0.46	9.0±2.25	2.65	1:1.1	2,856	3.6	43,312	

(三) 不同播种期间产量差异的原因分析:

作物产量之构成, 不外是生物特性受外界环境条件影响的综合反映, 而其中又有主导原因与次要原因。环境条件的影响可以分为栽培条件和气候条件。从本试验的栽培条件看: 地力差异对产量的影响不大, 此可由变量分析的区组间差异不显著得到证明; 而其他肥培管理基本上是一致的。再从气候条件看: (1) 未有大风造成倒伏; (2) 温度的变动和平年极相近; (3) 日照时数, 除六月稍多外, 七、八两月反低于平年, 不能认为对产量有大影响; (4) 湿度的变动, 只在前期

稍大, 但对产量无甚影响; (5) 只有雨量的变动较大, 尤其七月分的雨量变动最大, 超过平年雨量93毫米, 降雨日期又正当谷子孕穗、抽穗、开花阶段, 需水的关键时期, 因此对产量的影响最大; (6) 蒸发量也比平年高得多, 但它是随雨量变动而起影响的, 可以不论。

根据以上分析, 不难看出雨量尤其是七月分的雨量, 是影响产量不稳定的主导原因。参看图1及图2:

2. 稳定增产的途径:

(一) 根据当地雨季早晚, 调整谷子播种期:

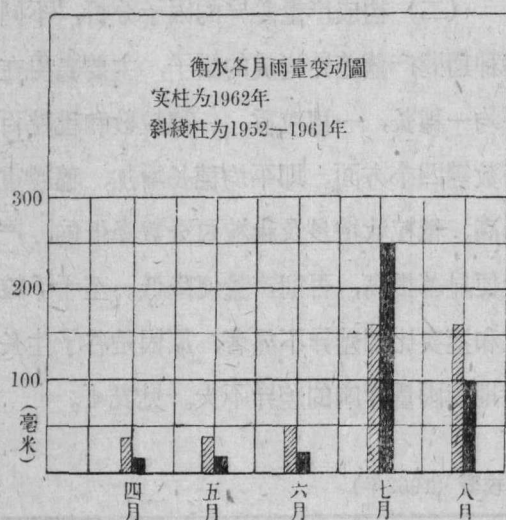


图 1

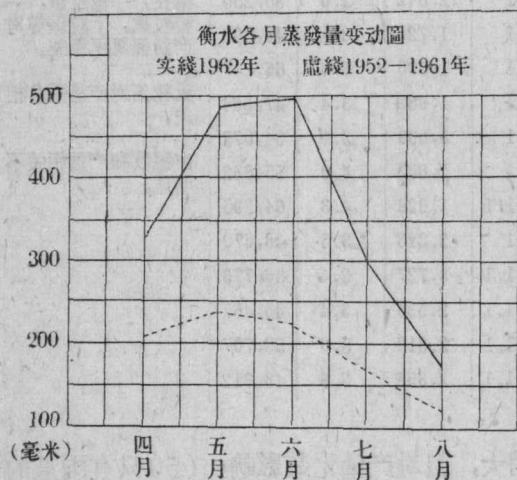


图 2

物，正是由于它能利用这一自然降雨规律。而七月份的雨量对谷子产量更为重要，因这一时期是大多数谷子的孕穗时期。如1992年七月降雨251.9毫米，平均亩产达548斤；而1957年七月份降雨69.4毫米，平均产量只200多斤，可见孕穗阶段的降雨量对产量影响很大。

播种期不同，孕穗阶段的早晚便有所不同，因此对雨季雨量的有效利用也会不同。如上述的播期试验，4月30日播种的孕穗阶段为6月31日至7月20日（抽穗前20天），此期间共降水10次，而有效雨次只三次，总雨量虽有131.9毫米，而有效雨量仅117.3毫米，利用率为88.9%，亩产量为445斤；5月11日播的孕穗阶段为7月2日至7月23日，有效雨次提高到四次，有效雨量提高到142.5毫米，利用率提高到91%，亩产量提高到572斤；5月21日播的孕穗阶段推迟到7月5日至7月25日，有效雨量提高到208.8毫米，利用率提高到94.1%，亩产量便又提高到629斤。可见播种期和雨季的有效雨量适宜结合，对于稳定提高产量非常重要。播种期提早，孕穗阶段提早2、3天，便可能因此失去一次有效雨量而减产。参看表5：

（二）把谷子孕穗阶段调整在雨季到临时期：孕穗阶段的早晚是可以播种期来调节的。在生产上对一个品种在什么时候抽穗是可以预先估计的，开始抽穗便表示孕穗阶段已经完成，抽穗前20天便是孕穗阶段，同一品种的孕穗期变化不大；只有不同熟性的品种，抽穗期的差异才较大。遗憾的是在我们的试验中，都是中熟性的品种，未能在不同熟性品种方面取得资料加以说明，此有待

谷子的孕穗阶段是决定产量的重要时期。这期间小穗进行分化，性器官逐渐形成，穗长和粒数都在这时决定，需水最迫切。水分充足则产量高，不足则产量低；农民的经验，如谷子最怕“胎里旱”、“掐脖子旱”，要“拖泥秀谷”等农谚，都反映了这一点。

我省的雨量分布规律，多集中在七、八月。这一时期正是谷子孕穗抽穗开花灌浆的时期，也是需水最多的时期。旱地作物水的供应，主要靠降雨，谷子成为旱地的主要作

表 5 不同播期孕穗阶段对雨次的有效利用表 (1962年)

播 种 期	孕 穗 阶 段	降 雨 次 数	总 雨 量	有效 次 数	有效 雨 量	利 用 率	产 量 斤 / 亩
4 月 30 日	31/6—20/7	10	131.9	3	117.3	88.9	445
5 月 11 日	2/7—23/7	12	156.6	4	142.5	91.0	572
5 月 21 日	5/7—25/7	14	222.1	6	208.8	94.1	629

注：有效雨次是指一次降雨量在15毫米以上；普通 1 毫米的雨能下渗到一厘米，只有15厘米的土层被雨渗透，才能使根群很好利用。

于今后繼續研究。

河北省雨季主要在 7、8 月，每年雨季来临的早晚和持續時間的长短常不一致。其間自然降雨的分布虽不易掌握，但若把孕穗阶段的变动范围划定为30天——6 月下旬至 7 月中旬，在此期間的旬有效降雨量若超过 30毫米，即認為雨季到来，則掌握雨季的早中晚来配合孕穗阶段，便不是难事。試以衡水气象站有詳細记录的六年資料（1957—1962）为例：六年里 6 月中旬至 7 月中旬降水达有效雨量的共八次，在 6 月下旬的有效雨量，六年中仅有一次；7 月上旬的有效雨量，六年中不过二次；而在 7 月中旬的有效雨量，六年中便有五次。所以从机率來說，7 月中旬降水达有效雨量的机会較多，掌握这一規律，把谷子孕穗阶段調整在 7 月中旬是比較可靠的。惟須附加說明，強調孕穗阶段水分的重要，并不否定谷子第二个需水临界期即开花至灌浆，对产量的作用。不过从利用雨季有效雨量來說，則孕穗阶段更为重要。

3. 旱地谷子防旱保苗的措施：

（一）延迟播种期能防止旱害：旱地谷子因受春末夏初的干旱影响，往往发生死苗，缺株过多，也会影响产量的稳定。从我

們的研究看出，将播期向后推迟，則旱害的威胁逐渐减弱，甚至无害。如 5 月 21 日播种的，經過近百天的长期干旱以后，在 6 月 15 日及 7 月 5 日調查，都无旱死的植株，前此播种的，都是 4 月間播种的死株率高，而 5 月間播种的很低，参看图 3：

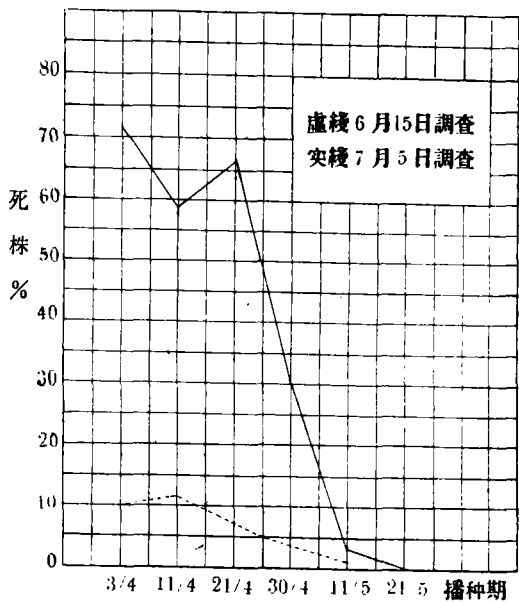


图 3 谷子旱死率曲线图

1962年干旱持續时期特別长，谷苗的死亡也格外严重。經掘取谷根检查，死株根群的根长，都不足11厘米，种子根比次生根短并未折断；而活株的根則多超过11厘米，长的达20多厘米。在 5 月下旬发现植株萎焉时 5—15厘米土层的含水量为10.6%；6 月上

旬下部叶片出现干枯时降低到8.8%；6月中旬发现少量植株死亡时，又降低到6.6%；6月下旬至7月初大量死亡时，更降低到6.0%以下。可见旱害死苗的原因，主要是根层的土壤水分降低到8%以下，根系不能吸收到足够的水分来补偿地上部蒸腾作用的消耗，因而组织破坏发生干枯死亡。

推迟播种期，能够减少死苗，甚至无害的原因，并不是播期变动，能使作物的耐旱性有所改变，而是由于播期推迟，便缩短了干旱的威胁期，相对的能提早进入解除干旱的雨季。谷子虽是耐旱作物，但其耐旱力最强的时期为幼苗阶段，拔节以后，耐旱力便逐渐减弱，这一时期只有创造有利条件来减轻威胁，才能保证安全渡过旱期，同时也就保证了产量的稳定和提高。

(二) 墒沟播种法是防旱保苗的有效措施：在不能灌溉的干旱地区，5月里播种谷子，是很难保证全苗的，我们过去试验都证明这点。今年的试验有二个播期在5月内播的，为了保全苗，我们曾分析：谷子发芽需水不多，在土壤含水7—8%时即能发芽，5月里土壤表层含水量虽常低于此限，但下层的土壤水分仍能保持在10%以上，不致影响发芽。从小粒种子的出苗能力分析，复土过厚容易使幼芽不易出土而中途夭亡。干旱时期播种谷子，往往全力注意取墒，失之过深，容易形成缺苗。(因种子发芽力低和虫害等造成的缺苗，不在本文讨论之内。)因此我们采取开沟播种，浅复土(复土镇压后不超过5厘米)，多镇压保墒的措施，结果5月11日和5月21日播种的都获得了全苗。我们把这个方法定名为“墒沟播种法”，开沟见到墒

土即可，不必过深，以免种子播到生土上，营养不足，对幼苗生长不利。据雨后观察，墒沟播种法对土壤水分的保持力也大大加强，沟播的根边土壤要比平播的晚干二天。据土壤水分测定结果，0—5厘米土层，持水能力沟播比平播提高40.7%，5—15厘米土层提高70.6%，30—50厘米土层也提高3%；在干旱严重时期之6月下旬，效果尤其显著，0—15厘米土层可以提高60%。

四、关于研究旱地雨量

利用问题的意见

1. 充分利用雨量的重要性：旱地产量低和不稳定的原因：主要的有二方面，即水分不能满足作物高产的需要和水的供应不及时。从小的环境说，可能表现不够明晰，但从整体来看则不能超越这二个范围。因作物的生命、新陈代谢、有机体的构成均不能离开水，从旱地改水地后产量便能成倍的增长，可以充分证明这一点。

旱地的特点是不能进行人工灌溉，水的供应来源只能靠雨水。因地下水的供应非常缓慢，远远不能满足作物的需要，能左右产量丰歉的，仍然是雨水。以衡水来说，地下水位仅二米左右，可说是比较高的；但受40—50厘米深度以下的胶泥层影响，透水性极不良，基本上对地下水很难利用；故其上层的土壤含水量主要依靠保蓄的雨水，但这些水量受气温日照旱风的影响蒸失很快，只能维持其生命不致死亡，不能充分满足其生育需要；有时水分丧失过多，便连生命也保持不住，更谈不到稳定增产。如1962年经过百日的干旱，谷子植株矮小，生长缓慢甚至停

頓，若无雨季到来，則肯定将毫无收成。另一方面也看到，在以后短短的四、五十天中，有354毫米的雨量，便能获得五、六百斤的产量，而实际能利用的有效雨量不过80%多；可見单靠土中的少量积蓄水对谷子来说是不能解决问题的；必須依靠7、8月的降雨量才能解决产量問題。

衡水是在我省有代表性的干旱地区，据30年的資料統計，年雨量平均仅450毫米，可謂不多；但对谷子的需要量来说，如能充分利用是能滿足的。如1962年是谷子的丰产年，全生育期的降雨量只411.7毫米；可見干旱地区雨量虽少，其增产潜力仍是大的，关键在于雨量的分布是否合乎作物的需要，能否加以充分利用。上述試驗結果也指出，谷子播种期与雨季的配合适当与否，便能使产量有一、二百斤之差。故在干旱地区，为了爭取谷子稳定增产，雨量的有效利用，关系非常重要。

2. 对雨量的有效利用，应如何研究：雨量的分布虽不能由人支配，但可以利用作物的生物学特性来适当配合，以提高作物对雨水的利用效率，使雨水充分滿足作物的需要。但必須指出，只有通过栽培方法，使作物的生长发育适应自然条件才能达到。因此首先要了解作物的生态生理特性对不同环境的反映及适应自然的可能，然后才能人为地創造有利条件。离开这一点，便不能得出有效利用雨量的理論根据，在生产实践中便也不能做到灵活应用。关于如何研究雨量的有效利用問題，謹根据工作中的体会提出如下三点意見：

(一) 研究作物根系的发育和根层水分

的利用：从不同生育阶段来观察作物根系的发育与土壤水分含量的关系，及根层对雨量的有效利用，以便研究出促进根系发育的方法，达到抗旱保苗的目的。这项研究工作比較細致艰难的，但从抗旱生理的研究来说，确是很重要的。

(二) 研究不同类型品种孕穗期的发育阶段：使谷子的孕穗阶段与雨季相配合能起到稳定增产作用，在前面已經有所闡述，但不同类型的品种，进入孕穗阶段的早晚和持續時間的长短，是有差异的。只有掌握了品种的孕穗阶段的时间和特点，并在此基础上深入研究穗分化和性器官形成的各过程与雨量的关系差别，才能更好的調整谷子播种期，使其孕穗阶段与雨季更密切的配合，更充分的利用有效雨量。同时还能利用不同品种孕穗期的早晚，来适应不同地区的降水条件。

(三) 研究叶面积系数的变化，来設法节约有效水分：在生产中很重視茎叶与籽实的比例，一般認為一比一的产量最高；具体措施是控制前期茎叶的繁茂，节约水分的消耗，把有效的雨量集中用在生殖生长方面。通过我們1962年对叶面积系数的調查，看到6月末最低，8月1日最高，以后便迅速下降，至成熟前降到叶面积最盛期的一半（參看图4）。末期叶面积和产量成較强的正相关， $r = +0.72$ ；盛期虽也是正相关，但相关系数仅为 $+0.51$ ；前期則为弱的正相关。故谷子生长末期叶面积系数对测产有重要意义。农民的經驗，說“谷子收成好，須在成熟时仍保持青枝綠叶”，正与此調查的結果相符合。故由研究叶面积系数的前后期变动关

系,来控制叶的生长,使盛期叶面积不太多

而后期能平缓下降,便能更好地利用光能,为增产创造有利条件。

上述三项,大致已包括与产量有关的主要部分,假使能有研究成果,将对指导生产有重大参考价值。

四、結束語

我們的研究主要是围绕旱地雨水的合理利用问题进行的。虽然分析出谷子产量不稳定的原因主要是雨量分布不尽适合作物的生理需要,如果将播期适当后移,使谷子的孕穗阶段与雨季相适应,产量便可以稳定提高,并提出防旱保苗与播期相适应的措施。但研究还是初步的,离问题的全部解决尚很远。由于水平所限,对理论的分析 and 问题的认识都很肤浅,尚希读者批评指正。

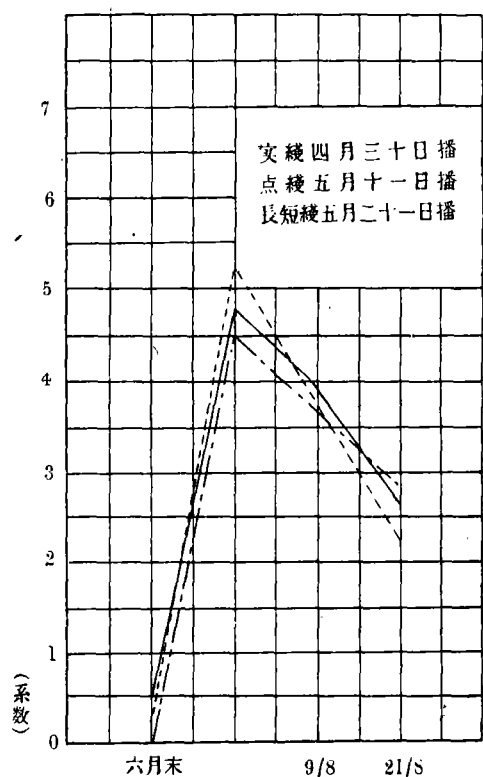


图 4 谷子生育期叶面积系数变动图1962