

对小麦光能利用率变化的初步探讨

龚绍先

“万物生长靠太阳”。作物的产量形成主要是利用光能，通过光合器官进行光合作用，将所吸收的二氧化碳和水合成碳水化合物。最大限度地利用太阳辐射能，不断提高作物的光能利用率，是充分利用气候资源，提高农作物产量的一项重要任务。

我们在研究丰产麦田光条件的同时，1974—1975年对小麦各生育期的光合生产量作了初步测量，以探讨提高光能利用率的途径。

一、研究方法

作物光合效率的测定方法很多，本文采用取样称重法。即在小麦返青后的各发育期间，每10天取样一次，每次取苗20株，剪去根系，测定地上部分干重，然后根据每亩总茎数计算出10天内植株地上部分干重增长值。

在小麦抽穗以前，尤其是返青拔节期间植株根系生长十分迅速，我们借用山东莱阳农校测定的小麦地下部份干重资料：返青期每亩600斤产量水平的麦田地下部分干重占整株干重的12.5%，千斤田占13.7%；拔节期600斤田占17.2%，千斤田占18.8%；孕穗期600斤田占16.9%，千斤田占15.4%。以此进行计算，这样得出各发育期10天内每亩植株总干重的增长值。

据试验资料，作物在光合作用过程中每形成一公斤干物质能固定3500到4000大卡的太阳能，本文是取其中值3750大卡来换算植株净光合生产所贮存的能量。

在测定和计算植株净光合生产的同时，用天空辐射表观测10天的总辐射通量。

根据以上数值，即可算出小麦各发育期的光能利用率。具体计算步骤举例子于表1。

二、丰产麦田光能利用率的变化

小麦返青以后各发育期的光能利用率(以E表示)如表2所示。

表2说明，小麦返青之后E值不断升高，在拔节末—孕穗期达到高峰，数值为5%左右。开花—灌浆始期各地块的E值均大幅度降低，到灌浆中、后期又上升至3—4%，形成第二个高峰，腊熟期E值又下降。从图1可以清楚地看出E值的这种变化趋势。

小麦光能利用率的变化受哪些因素影响

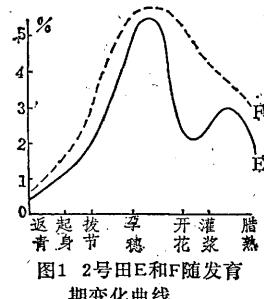


表1 丰产田1号小麦返青期光能利用率计算
(1975年)

项目	观测日期	
	3月15日	3月6日
20株苗的茎数	101	73
20株总干重(克)	7.0	4.6
亩总茎数(万)	104	92
单茎干重(克)	0.0693	0.0630
亩总干重(千克)	72.17	57.96
10天净增干重		
地上部(千克/亩)	14.2	
地下部(千克/亩)	2.13	
合计	16.33	
固定能量(卡/亩)	632×10^5	
10天总辐射(卡/亩)		1773×10^7
光能利用率(%)		0.356

表2 小麦各发育期的光能利用率(E%)

发育期	日期 (日/月)	地块号			
		1	2	3	4
返青	6—15/3	0.356	0.337	—	—
起身	16—25/3	0.821	1.238	0.823	0.988
起身末—拔节	26/3—4/4	—	2.738	—	2.864
拔节末—孕穗	16—25/4	5.192	5.385	4.841	5.207
开花—灌浆始	11—20/5	1.928	2.038	1.296	1.717
灌浆中后期	21—30/5	3.605	3.157	4.063	3.878
灌浆末—腊熟	1—10/6	1.852	1.504	1.389	—

呢？

第一，麦田各发育期的E值高低，首先取决于叶面积系数F值大小。图1表明，在E值第一高峰形成时，麦田叶面积系数也达到最大值。并且在此之前，E值是随F值的增加而增加，这一良好的线性关系说明，小麦光能利用率的高低首先是受麦田绿色体繁茂程度的影响。

另外，单位叶面积的光合能力——光合生产率(R)是影响E值高低的第二个重要因素。R值是表示每平方米的叶面积每天能生产多少干物质(单位为克/米²·日)，显然，R的大小将直接影响E值的高低。表3中2号地E值是三块地中最低的，这是由于2号地R值偏低，而造成整个群体的E值降低。

光合生产率R与麦田群体F值有密切关系，随群体叶面积增加，单位叶片的生产能力则不断下降。图2是不同地块的R值随F值的变化情况。

表3 小麦灌浆中、后期各丰产地的E值和R值

地 块 号	E %	F	R(克/米 ² ·日)
1	3.605	3.14	4.37
2	3.157	4.17	3.55
3	4.063	3.72	4.12

F和R对E值的影响与田间光照强度(I)有关。大量试验资料证明，在群体光补偿点和饱和点之间，单位叶片生产能力随I值的增加而增加，整个群体的光合能力和光能利用率的数值也都升高；如I值逐渐降低，其情况则相反。当自然光照强度为I₀时，田间光照强度I是受F影响的变量，即

$$I = I_0 e^{-KF}$$

所以，作物的光能利用率的高低与田间光照强弱戚相关，但是要用I值直接估算E值，目前看来尚有一定困难，因为光在作物层中经过反射、漏射过程，光质也发生了变化，其数量关系比较复杂。

第三，小麦各发育期E值高低还取决于作物的生育特性和生产水平（即土壤肥力、栽培技术措施等）。

作物生育特性对E值的影响是很明显的，从图1可以看到，在小麦开花到灌浆始期E值从第一峰值迅速下降，这是因为开花到灌浆期植物体内干物质增长比较缓慢所致（见表4）。至于为什么这个时期干物质增长缓慢？此时的光合产物在植物体内如何运转和积累？这些内在机制尚待进一步研究。但小麦开花到灌浆始期E值下降这一客观事实，似是小麦生物学特性的表现。

表4 丰产麦田各发育期植株干重增长情况
(单位：千克/亩·10天)

地 块 号	拔节末—孕穗	开花—灌浆始	灌浆一中、后期
1	397.3	185.2	334.8
2	411.8	204.0	293.3
3	372.7	130.0	377.4

为分析E值与生产水平的关系，本试验特选择一块产量水平400多斤的三类麦田与丰产田作对照，从表5可见1号丰产田生产水平高，E值也高；而管理粗放、肥力差的三类田，其E值就低。

所以，小麦光能利用率的高低主要是为麦田叶面积、光合生产率、作物本身的生育特性和生产水平等因素所制约。

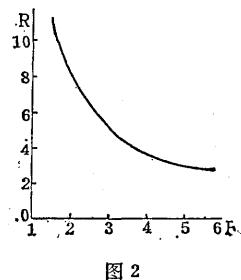


图2

表5

发 育 期	返 青	起 身	拔节末至孕穗	灌浆中、后 期
亩总茎数 (万)	三类田	57	84	70 35
	1号丰产田	98	114	90 40
叶 面 积 (F)	三类田	—	0.98	3.63 2.57
	1号丰产田	—	187	5.40 3.24
光能利用 率 E %	三类田	0.105	0.242	3.216 1.021
	1号丰产田	0.356	0.821	5.192 3.605

三、从农业气象角度看提高小麦光能利用率的途径

提高小麦的E值应从制约E值高低的各种因素综合分析，农学上已从栽培、生理、耕作和品种诸方面进行过研究，从农业气象考虑提高E值的途径是什么呢？

首先，在最大叶面积形成期要创造通风透光良好的生态环境。

由上述可知，小麦E值的提高，一方面要有一定繁茂的绿色体进行光合生产，另一方面又要求作物层内有充足的光照强度以提高单位叶面积的光合能力，显然这两方面是辩证统一的关系，因为F值过大或过小都会导致整个群体光合生产力下降，因此必须从整体上处理好两者的关系。对丰产麦田来讲，在最大叶面积形成期其主要问题是群体内部光照不足。

生产实践证明，要获得每亩700—800斤的产量，在拔节末至孕穗期要有5%左右的光能利用率，这个时期的F值应为5—6，在这种丰产群体内行间地表光强度的经验数值一般为3000到4000米烛光。

但是丰产麦田拔节末至孕穗期的叶面积和行间光强度是较难控制的，苗情经常是偏旺。据观测，F值为6—6.5时，晴天每日10—14时行间光强可以达到3000—4000米烛光（南北向麦田），但上、下午大部分时间麦田内感到光照不足。此期如遇到多云或阴天，群体内部几乎全天空光不足，如阴雨天气持续时间较长，不仅影响整个群体光合生产力的提高，甚至造成后期倒伏。所以创造通风透光适宜的群体结构，是提高小麦E值的重要途径。为此，在播种时就要考虑到麦田群体的发展，到返青以后必须注意小麦分蘖动态，根据苗情合理地运用水肥调控，或在起身末到拔节始期采取镇压、中耕、喷矮壮素等措施，促进分蘖向两极分化。在最大叶面积形成时达到麦脚干净利落，田间通风透光良好。从而保证这个时期小麦E值提高到5%或以上。

此外，在小麦生育后期要防止不良气象条件引起
(下转第40页)

(上接第38页)

表 6 小麦各发育期晴天行间基部的日辐射总量

生 育 期	起身期	拔 节			孕穗期	开 花 期
		始 期	中 期	末 期		
行间基部日辐射总量 (卡/厘米 ² · 日)	310.5	189.5	116.7	35.4	48.2	69.8
占自然总辐射的百分数 (%)	65.7	38.7	22.9	6.9	8.7	12.4

叶片早衰，以延长光合器官功能期，这是提高小麦生育后期E值的关键。

因为从拔节末期之后，小麦二、三节间都已伸长，叶片间距逐渐加大（群众称为“拉开挡子”），麦田光照条件日趋好转。从表6可以看出，小麦拔节末期是整个生育过程中实际受光量最少、群体最为郁蔽的时期。从孕穗期开始田间光条件逐渐好转，到开花期行间基部辐射的日总量占日总辐射通量10%以上，所以到灌浆成熟期影响小麦E值提高的主要矛盾已不是田间光照不足。

那么，影响小麦生育后期E值提高的主要因素是什么呢？从表5可见，在灌浆中、后期三类麦田与1号丰产田的总茎数仅相差5万，F值也只差0.67，但

E值却差2.584%，即丰产田的光能利用率是三类田的三倍还多，其主要原因是三类田叶片颜色淡绿带黄，光合器官功能表现早衰，而丰产田叶色青绿，叶片光合功能正常，因此，防止叶片早衰，延长光合器官功能期是小麦生育后期光能利用率提高的关键。

影响叶片早衰的原因很多，从气象条件看有：灌浆时期土壤干旱、高温天气、雨后暴热天气以及干热风等都会造成小麦生育后期叶片早衰而导致E值的下降。

为了战胜土壤干旱、干热风和高温等不良天气，目前行之有效的措施是灌水，这既可改善土壤水分条件，又可调节麦田小气候。北方麦区在小麦开花以后提倡浇好灌浆水、攻籽水和麦黄水。另外，在这个时期根外喷磷、喷氮和喷洒农药防治病虫都可以起到延长叶片功能期的作用。农民群众把以上称之为“三喷保叶，三水养根，以根养叶，以叶保籽”，通过这些措施来提高小麦生育后期对光能的利用。

总之，提高小麦的光能利用率是个非常重要的问题，目前，从小麦全生育期衡量，千斤麦田经济产量的光能利用率不过0.5%左右，生长盛期光能利用率不过5%上下，而理论上计算作物生物学产量的最高光能利用率可达到10—12%。因此，小麦的丰产潜力很大，产量可以大幅度提高。