

春小麦旗叶解剖构造与 光合能力关系的研究

王 连 敏 王 春 艳

(黑龙江省农科院耕作栽培所)

一、目 的

在前人研究的基础上进一步探讨生物体对结构和功能协调统一的自调方式、自调范围及对它调所做出的反应。

二、材料与方法

1. 试验材料

1985年试验选用十个品种, 1986增加了克早九号; 克 593; 晋麦 S₁; 野生二粒小麦; 野生一粒小麦。

2. 试验设计

1985年为小区试验与盆栽试验相结合。小区供试四个品种、四个施肥处理。

品种: 1) 克丰 4 号; 2) 东农 120; 3) 克早 6 号; 4) 克早 8 号。施肥处理: 1) N₀——对照 (不施 N); 2) N₁——旗叶开始伸长前 4—5 天施肥; 3) N₂——旗叶叶枕伸出其下一叶叶枕时施肥; 4) N_{1,2}——N₁, N₂ 期均施肥。试验采取裂区排列, 4 次重复, 7 行区, 3 米行长, 行距 30 厘米。3 月 31 日人工条播, 计划保苗 500 株/米²。4 月 19 日出苗, 生育季节中除草、拔大草各一次。肥料处理用尿素追肥, 追肥量为 40 kg ha⁻², 生育后期药剂防虫一次。

盆栽试验 (1985) 的两个主试品种为克早 6 号和克早 8 号, 同样设 4 个处理。顺序排列, 5 次重复。施肥量为每盆 0.3g 纯 N, 1986 年盆栽试验的主试品种为东农 120 和克

早 6 号。4 个处理 (同 1985 年), 5 次重复。常规管理。

3. 试验方法

1) 细胞分离采用段续川关于植物细胞和细胞器的固定、水解、分离和染色的革新的方法。1986 年也采用了“络酸分离法” (Maksymowych 1959)。

2) 切片采用常规石蜡切片和王承林关于“整染石蜡切片的改良法”。

3) 叶面积采用系数法, 并用 LI-COR, LI3000 型叶面积仪校正和测定 (1986)。

4) 光合速率测定用佛山产手提式红外 CO₂ 气体分析仪, 气室用有机玻璃制作, 装有降温水槽和电动风扇。

5) 叶肉细胞环数的计算依据次数分布法进行。即各环数的细胞出现频率与其环数积之和。

$$N_L = \sum_{L=1}^n f_c L$$

式中 L 为环数, f_c 为第 O 环细胞出现的频率, 同理, 2—5 环叶肉细胞的长宽计算也以此为依据

三、结果与分析

1. 叶肉细胞环数

细胞是构成植物体结构与功能的基本单

注: 本文承蒙李维雄教授亲临指导以及东农其他老师帮助在此表示谢意。

位。细胞的结构在决定其功能上起着重要作用。构成小麦叶片的叶肉细胞大都具有峰、谷、腰、环这种结构。试验结果表明,不同品种间叶肉细胞数存在着较大的差异(见表1,2)。粒重较大的品种叶肉细胞环数趋于增

多,这与小麦在进化过程中子粒由小到大,叶肉细胞环数趋于增多的过渡是一致的。总的结果是4环以上的叶肉细胞所占的比例在60—70%之间。这一数值比段续川在冬小麦上所做的试验结果(4环以上的叶肉细胞占

表1 不同品种旗叶叶肉细胞各环数所占百分比% (1935)

品 种	处 理	环 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9 以上
克丰4号	N ₀		0.48	14.28	26.76	23.27	17.52	8.53	4.2	2.22	2.74
	N ₁		0.45	15.72	27.54	25.79	15.23	7.71	4.25	1.84	1.47
	N ₂		0.43	12.49	29.28	26.23	15.66	7.62	4.01	2.52	1.64
	N _{1,2}		0.14	13.25	20.2	23.83	15.52	10.16	4.99	3.42	2.58
东农120	N ₀		0.14	8.83	21.44	25.43	17.13	12.28	6.86	3.18	4.44
	N ₁		1.08	14.1	22.87	23.68	16.11	10.62	6.84	3.59	4.21
	N ₂		0.24	9.89	21.09	23.71	16.78	13.56	6.14	4.8	3.69
	N _{1,2}		0.24	11.06	20.95	25.12	16.3	11.81	6.29	3.86	4.37
克旱6号	N ₀		0.74	13.17	25.19	24.27	14.96	10.65	5.38	2.71	2.83
	N ₁		0.64	11.87	23.86	28.05	17.82	9.01	4.04	1.86	2.01
	N ₂		0.48	12.68	25.89	25.34	16.0	10.03	6.31	1.93	1.31
	N _{1,2}		0.23	10.99	23.64	25.24	17.5	19.22	5.45	3.18	3.55
克旱8号	N ₀		0.44	14.38	24.39	22.86	17.59	8.33	5.11	3.02	3.39
	N ₁		0.28	13.16	25.0	23.98	15.48	9.77	6.07	2.78	3.29
	N ₂		0.29	13.46	25.98	22.68	15.84	10.1	4.8	3.31	3.55
	N _{1,2}		0.81	8.62	19.3	23.88	19.87	12.03	6.4	4.08	5.29

注:表中数据是对42,542个细胞观察统计结果。

表2 春小麦不同品种部分解剖性状 (1986)

品 种	粒 重mg	叶肉细胞 环数(环)	2—5环细胞 所占(%)	2—5环叶肉细胞	
				长(μm)	宽(μm)
沈68—71	40.40	4.68	71.49	48.81	46.57
铁锦3号	30.37	3.84	85.85	43.89	46.98
晋麦S ₂	39.23	4.17	79.67	47.91	51.84
克593。	37.40	3.97	82.79	49.31	42.51
克丰2号	33.44	4.07	88.48	62.88	51.06
克丰3号	29.66	3.83	82.43	50.52	45.8
克丰4号	28.46	3.79	84.96	49.19	48.55
东农120	30.20	3.91	81.62	54.47	50.7
克旱2号	42.45	3.84	88.53	54.57	48.55
克旱6号	32.94	3.59	90.24	49.98	48.11
克旱7号	30.34	3.55	90.2	50.31	48.78
克旱8号	33.33	3.65	86.16	54.81	53.03
克旱9号	36.28	3.6	90.68	49.91	53.55
野生二粒		3.16	89.8	47.47	52.93
野生一粒		2.88	80.98	36.19	23.23

70%以上)低,反映了春性品种与冬性品种由于生态环境不同而在结构上表现出来的特征。从表2的结果可以看出2—5环叶肉细胞占80%左右,这部分叶肉细胞在旗叶光合作用中起主导作用,且细胞的长度随环数的增加而增加,通过切片可以看出,不同环数的叶肉细胞在叶片内部的分部是有一定规律的。一般是环数较少的叶肉细胞分布在靠近上、下表皮附近。这部分细胞的峰、谷、腰、环特征表现得极为明显,细胞较大。而环数较多的叶肉细胞则分布在中间及维管束附近,这类细胞的突起不明显,纵向伸长,表现出弱光下发育的叶肉细胞特征。叶肉细胞的这种分布、排列方式为其充分利用光能,加速同化物质的合成与运转奠定了结构基础。

在旗叶生长发育的不同阶段,没有观察到施肥对叶肉细胞环数的明显作用。处理间均未达到显著水平。

2. 叶肉细胞体积

通过试验观察到具有多环叶肉细胞的形成是在叶片进行伸长过程中,叶尖尚未伸出其下一叶叶枕时就基本分化完毕,分化的顺序自叶尖至叶基部,然而,叶肉细胞的大小尚未定型。直至叶片达到最大叶面积时为止,不同品种的叶肉细胞大小不同。通过对2—5环叶肉细胞的抽样测量,结果是晚熟类型品种的叶肉细胞大于早熟品种的叶肉细胞,同是早熟品种,叶面积较大的品种的叶肉细胞比叶面积小的品种的大,同是中晚熟类型的品种,抗旱类型比丰产类型的细胞小,叶肉细胞的大小在决定叶面积时起决定作用,两者的相关系数为 $r = 0.7416^{**}$ 。

施肥处理可使叶肉细胞体积增大,尤其在旗叶伸长初期施肥最明显,此期施肥既可增大叶肉细胞的长度,也可增加其宽度,然而不同品种的反应不同(见表3)。抗旱类型的品种比耐肥水类型品种的叶肉细胞对这种处理表现得更为敏感,施肥后克旱6号的2—5环叶肉细胞长度增加13.52%;而

表3 施肥处理对2-5环细胞大小的影响 (1986)

品 种	处 理	细胞长 (μm)	细胞宽 (μm)
东农120	N_0	49.38	46.53
	N_1	54.47	50.7
	N_2	48.54	49.79
	$N_{1,2}$	54.9	50.26
克旱6号	N_0	53.29	53.94
	N_1	60.72	57.83
	N_2	53.81	53.57
	$N_{1,2}$	61.31	63.36

注:表中数据是对948个细胞测量统计结果。

东农120增加11.7%。

3. 叶面积

叶片是小麦光合作用的主要器官。叶面积的大小是决定光合势高低的一个重要因素。不同品种的旗叶面积在遗传上有较大的差异。在同一生态类型中,大粒品种比小粒品种的叶面积大。施肥处理对叶面积有较大的影响。在旗叶伸长初期施肥,可使叶面积增加6—22%。然而,不同品种反应不同,克旱6号对施肥反应最敏感,增施N肥,叶面积明显增加,而克丰4号在两次施肥处理中,叶面积均无明显增大效果。说明该品种的耐肥、水程度较高。1986年的结果也表明,旗叶伸长初期施肥,叶面积增大,东农120增加15.97%,克旱6号增加22.19%(见图1)。

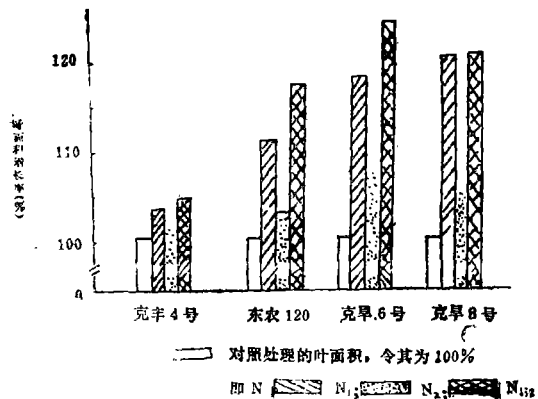


图1 施肥对不同品种叶面积的影响(1985)

4. 光合速率

试验表明,旗叶一生的光合速率为单峰

曲线。然而,达到峰值的时间因品种而异(见表4)。克丰4号、克早6号和克早8号都是在旗叶展开后不久达到峰值,东农120则出现在开花后胚乳细胞形成阶段。品种间,大粒品种的最大光合速率低于小粒品种的最大光合速率。最大光合速率的变异范围在 $30-40\text{mgCO}_2\text{dm}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$ 之间(见表5)。且以“克早”品种的光合速率为高。

表4 施肥对旗叶光合速率在子粒发育不同阶段的影响 (1985)

品 种	处 理	N_0	N_1	N_2	$N_{1,2}$	平均
克丰4号	开花前	25.91	28.49	24.96	28.75	27.03
	胚乳形成	21.89	22.18	23.69	23.57	22.83
	胚乳充实	19.23	22.45	23.25	23.20	22.03
东农120	开花前	16.65	16.35	16.98	16.16	16.54
	胚乳形成	22.65	21.80	22.86	23.97	22.57
	胚乳充实	18.95	18.06	21.04	21.55	19.90
克早6号	开花前	27.32	26.77	27.70	26.22	27.06
	胚乳形成	25.63	24.44	28.98	25.00	26.01
	胚乳充实	22.79	25.38	27.10	26.21	25.37
克早8号	开花前	34.64	30.80	32.49	29.45	31.84
	胚乳形成	24.61	23.56	26.64	24.78	24.90
	胚乳充实	20.99	21.95	25.07	23.56	23.94

注: ①单位: $\text{mgCO}_2\text{dm}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$ 。

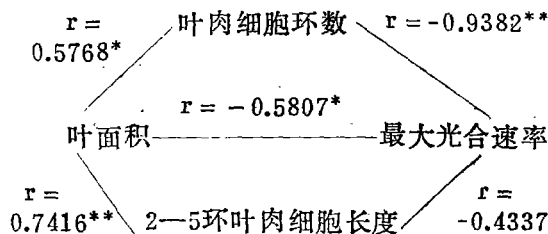
②开花前-10-0天,胚乳形成0-12天,胚乳充实12-30天,0天为开花当天。

表5 不同品种的最大光合速率(1986)

品 种	最大光合速率($\text{mgCO}_2\text{dm}^{-2}\cdot\text{hr}^{-1}$)	粒重(mg)
沈68-71	33.77	40.40
铁锦3号	38.85	32.37
晋麦81	33.55	39.23
克593	36.81	37.4
克早2号	40.53	42.45
克早6号	41.62	32.94
克早7号	41.21	30.34
克早8号	40.06	33.33
克早9号	41.93	36.28
克丰2号	39.71	33.44
克丰3号	40.15	29.66
克丰4号	40.57	28.46
东农120	34.45	30.20

四、讨 论

本研究结果表明,叶面积、叶肉细胞环数、2—5环叶肉细胞长度及最大光合速率的关系为:



六倍体小麦品种间叶面积与叶肉细胞环数呈正相关关系,与Parker在不同染色体倍数小麦上所做的试验结果及段续川在冬小麦不同叶位上所做的试验结果是一致的。叶肉细胞环数与最大光合速率呈明显的负相关关系,这与Parker Austin在不同染色体小麦上的试验结果也是一致的,然而与段续川(1974)的结果相违。由此看来,叶肉细胞环数的多少与最大光合速率的关系还很复杂,并非简单地由于细胞环数的增加和细胞表面积的扩大有助于叶绿体的排列而增加光合速率。任何一种结构的形成,都是生态环境作用和生理功能需要而产生的。小麦叶肉细胞环的形成,也是在漫长的进化过程中对生态环境的适应反应。小麦起源于寒温带,在生长季节里光照比较充足,通过细胞峰、谷、腰、环结构的形成,更均匀地安排叶绿体,以利于增大吸光面积,增强其在群落中的竞争能力。细胞环的形成和增多,导致细胞宽度的下降,在细胞层数不变的前提下,叶肉厚度降低。小麦由野生至栽培的进化过程中,叶肉细胞环数增加,这种结果集中反映了小麦由生境变化而导致结构的变化。从受光量来看,野生小麦不及栽培小麦,野生小麦是生活在万物丛生的群落中而栽培小麦是生活在人为的种群内,前者是为着生存与其它物种竞争环境资源,后者的消长是在自调的基础上通过它调达到群体的合理结构,从小麦的进化过

程来看,小麦的最大光合速率是下降了,但它通过增大叶面积来补偿光合速率的下降。使单叶的生产能力得以提高。从不同叶位上看,随叶位的上升,叶肉细胞环数增加,且最大光合速率提高。个体的这种发育过程同样也是对环境适应和生理功能需要的结果。处于不同叶位的叶片其微生态环境不同,下位叶的阴性较上位叶强,这种结构的形成是由于野生小麦在群落发育初期的光照条件限制的结果。

小麦叶肉细胞的形成是对强光的反应,然而,环突起程度才是对光强弱反应的标志。从小麦纵切面上看,靠近上、下表皮细胞峰的高度、宽度均较大,而叶肉中间的细胞不及前者。我们可以把构成叶片的叶肉细胞类比为构成群体的植株。叶肉细胞的排列状况及峰、谷形态、大小与群体中植株的排列、叶片的大小及着生角度一样,群体的产量高低与群体大小、结构有关,叶片生产能力的大小自然与细胞的排列和结构有关。靠近上、下表皮的细胞阳性较强、而在叶肉中间的细胞阴性较强,这种排列方式也正是为了充分利用光能,前者的光饱和点较高,而后者的光量子效应较高,补偿点较低。由此可见,结构和功能是统一的,然而,这种统一是有一定限度的,即结构的确定为功能的发挥提供了潜在可能性,为此,在高光效育种上如何选育最大光合速率高的品种,就不能不考虑叶片的结构特征。

五、小 结

1. 不同粒重品种间,大粒品种旗叶面积较大,叶肉细胞环数较多,最大光合速率较

低;小粒品种旗叶面积较小。叶肉细胞环数较少,最大光合速率较高。

2. 不同类型品种的旗叶面积和光合速率对施肥有不同的反应。耐肥水类型的品种,在肥水充足的情况下,自调的能力较强,而在肥水不足时则它调占主导地位,抗旱类型品种恰恰相反。即它们的自调阈值不同。

3. 在品种选育时,应根据当地生产的需要,确立育种目标。在生产水平较高的地区,适于选择耐肥水,叶面积适中,自调能力较强的品种;在干旱地区,要选择叶肉细胞较小,叶肉较厚,叶面积不宜过大的品种;高光效育种时,更不能忽视叶肉构造的作用。

4. 在栽培上,应重视生育后期的管理在不导致田间郁闭,倒伏的前提下,尽量促进增大旗叶面积,防止旗叶早衰,以利于提高子粒产量。

参 考 文 献

1. 段续川:植物细胞和细胞器的固定、水解、分离和染色的革新,植物学报1959 8(1)1-13
2. 段续川等:小麦叶片细胞的研究——冬小麦个体发育过程中叶肉细胞及其它类型细胞结构变化的观察,植物学报 1974 16(3) 244—262
3. 王承林:植物切片的脱水、二色整染同步制作法,东北农学院学报,1985 1 112—114
4. Austin R.B. and M.A. Ford (1982) Flag Leaf Photosynthesis of *Triticum aestivum* and related diploid and tetraploid Species. *Ann. Bot.* 49 P 177—184
5. Parker M.L. and M.A. Ford (1982) The Structure of the mesophyll of flag leaves in three *Triticum aestivum* Species. *Ann. Bot.* 49 P 165—176.