

小麦午睡原因的研究 (IV)

小麦灌浆期营养器官糖分积累动态特点

韩凤山 王朝江 孙振元

(河北省农林科学院农业物理生理生化研究所, 石家庄)

摘 要

在以往工作基础上进一步研究了小麦灌浆期叶片、鞘、茎糖分日变化和各生育期叶片糖分日变化动态。结果表明: 在乳熟期小麦叶片中午糖分积累明显且主要是蔗糖积累。施防午睡剂后由于减少了叶糖分积累, 从而午睡减轻、日光合产值提高和增加了籽粒产量。

关键词 小麦 光合午睡 糖分积累

前 言

小麦灌浆期间的午睡导致可观的产量损失。近年来引起了人们的关注。我们认为: 在华北造成小麦午睡的主因是中午 CO_2 下降和叶水势下降, 第二位原因是叶糖分过量积累和高气温^[1, 2]。国内一些学者认为小麦叶片蔗糖当天积累量以不足影响光合作用^[3]。问题的焦点在于: 灌浆期小麦叶片是否有明显的糖分积累, 能否影响光合作用速率。对此我们做了进一步研究。

材料和方法

供试材料: 冬麦5262 (河北省粮油作物研究所提供)。

1985、1986年在小麦乳熟初期、中期选晴天自6时起每2小时取旗叶、鞘、穗下茎和穗分别测定其蔗糖、单糖、淀粉含量, 同步测定表观光合作用速率。1987年在孕穗期、抽穗期、开花期、乳熟期测旗叶可溶性总糖日变化, 取样法同上。1986、1987年在乳熟期施防午睡剂处理后的第二天测表观光合速率日变化, 并计算午睡值, 同步取样测旗叶总糖日变化。

表观光合作用测定: 用FQW型红外 CO_2 气体分析仪以气流法测定。 CO_2 供源取自麦田旗叶部位大气。1985、1986年叶室向阳侧隔以厚玻璃水箱, 淋以15—17℃冷水降温。1987年, 未用隔热水箱, 仅在测定时对叶室淋以2—5℃冷水, 均能消除叶室的温室效应。

各项分析分别采用以下方法。水溶性总糖: HCL 转化—铜还原—碘量法。单糖: 铜还原—碘量法。蔗糖=水溶性总糖—单糖。淀粉: 水浸提—碘比色法。

结果分析

一、乳熟期植株各器官糖分日变化动态

- 1、旗叶总糖积累峰值出现在 12: 00—14: 00，积累值远超过 8 % 以上，且与午睡现象平行（图 1）。此点与以往研究结果一致，总糖超过 8 % 足以影响光合作用^[2]。
- 2、叶总糖积累主要是蔗糖，蔗糖积累峰值出现在中午。单糖量全天低于蔗糖，且日变化平缓无峰值出现。淀粉含量甚微，日变化亦平缓（图 1）。
- 3、叶鞘、穗下茎糖分日变化动态与叶片糖分日变化趋势基本相同（图 2、3）
- 4、穗部总糖峰值落后于叶片、鞘、茎，主要是蔗糖积累；单糖日变化平缓；淀粉量高于叶内含量（图 4）。

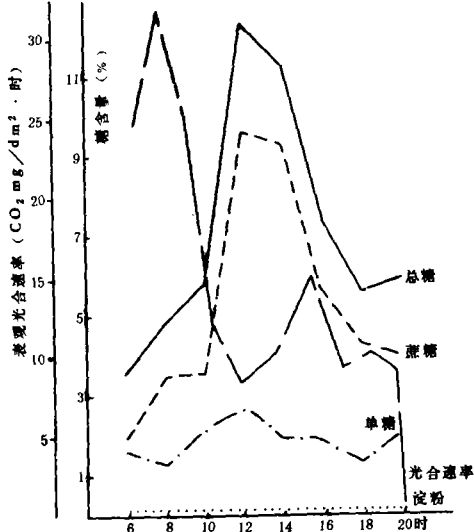


图 1 表观光合速率与叶片糖含量日变化
石家庄 1985 年 5 月 16 日，乳熟期

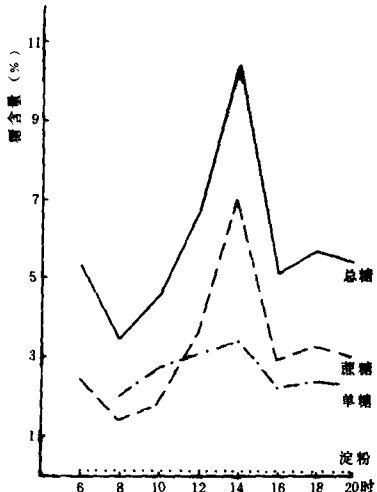


图 2 叶鞘糖含量日变化
石家庄 1985 年 5 月 16 日，乳熟期

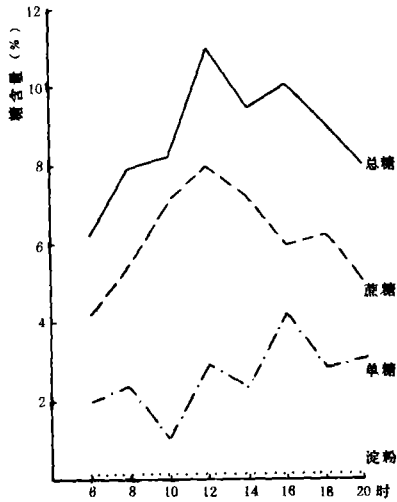


图 3 茎糖含量日变化
石家庄 1985 年 5 月 16 日，乳熟期

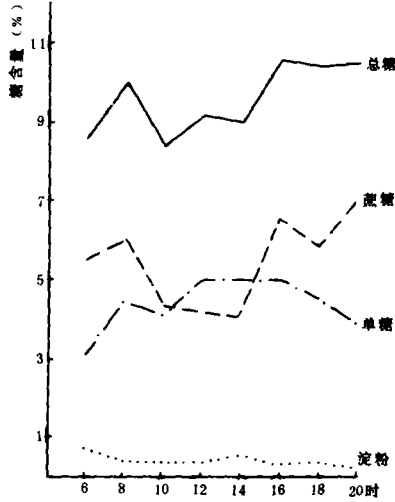


图 4 穗糖含量日变化
石家庄 1985 年 5 月 16 日，乳熟期

总之,在乳熟期与午睡平行的叶糖分积累峰确实存在,且其峰值已超过8%,成为中午光合作用下降的因素^[2]。叶、鞘、茎糖分积累趋势基本一致说明中午光合产物量大于同期运输量,以致“源”(叶)内糖分积压,在“流”(鞘、茎)的过程中亦有积累;所以在“库”(穗)中以蔗糖形态的积累峰值出现较为落后,是可以理解的。至于在叶、鞘、茎内,单糖含量全天变化平缓,且始终保持在1—3%的较低水平。

二、各生育期叶糖分日变化

比较各生育期叶糖分日变化特点可看出:孕穗期、抽穗期叶总糖全天不出现峰值(图5、5a、5b)含糖量在5—7%范围内,累积值低于8%,故不影响光合速率。开花期糖积累略呈峰值但不甚明显(图5、5c)。只是到了乳熟期,糖的积累才明显出现峰值,含量远超过8%, (图5、5d)达到足以影响光合作用速率的程度。这时叶糖分积累才开始起到加重小麦午睡的作用。

从图5a、b、c、d中还可以看出:各时期叶片总糖中,蔗糖占较大比重,且蔗糖积累对总

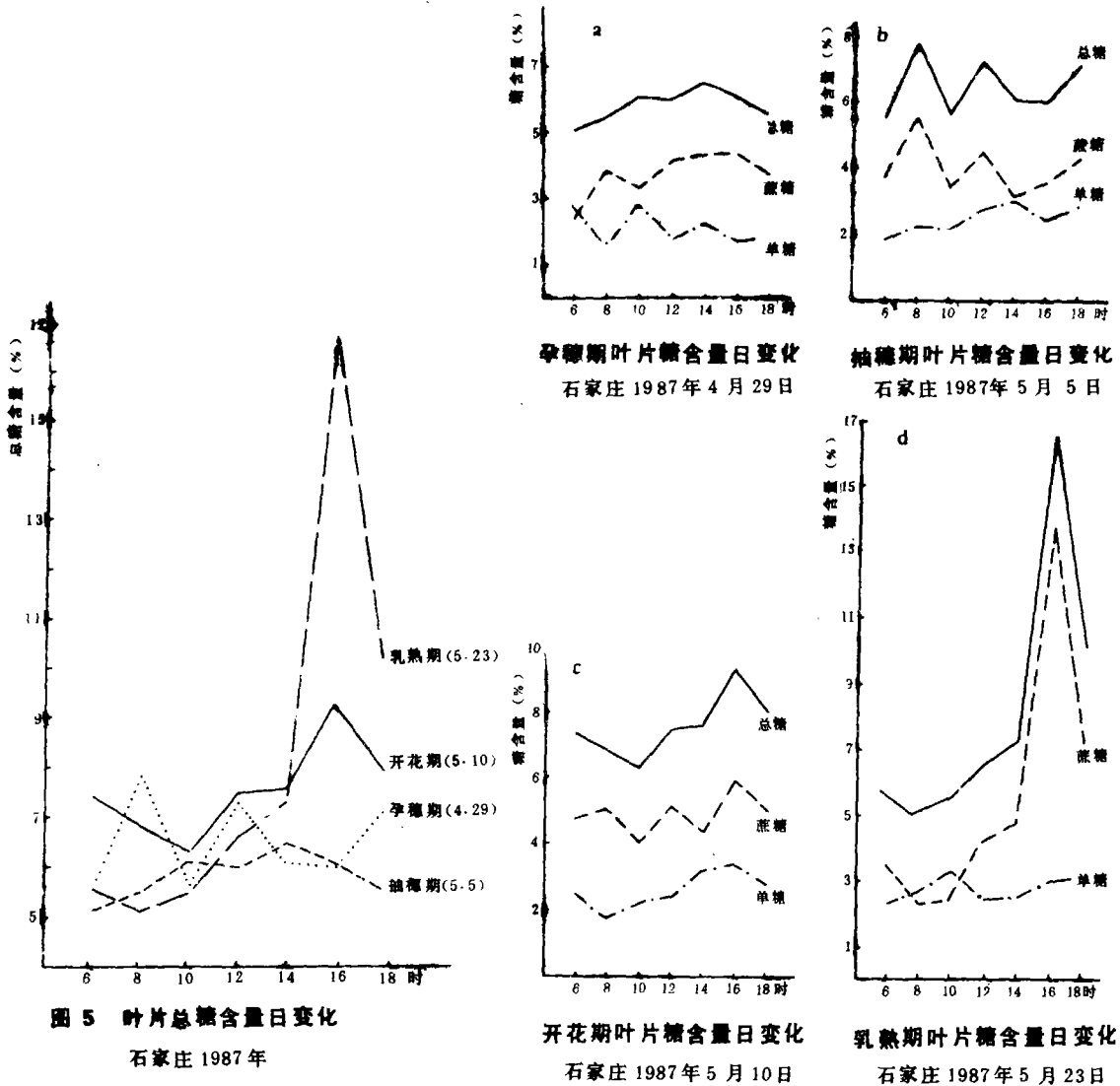


图5 叶片总糖含量日变化

石家庄 1987年

开花期叶片糖含量日变化

石家庄 1987年 5月10日

乳熟期叶片糖含量日变化

石家庄 1987年 5月23日

糖的积累起决定性作用。而单糖含量相对较低，且日变化平缓，在1—4%范围内。

三、防午睡剂的作用

在小麦乳熟期施用防午睡剂可以减缓叶片糖分积累。从图6中可以看出施用防午睡剂后叶片糖分积累明显减少。在14:00、16:00和18:00时叶总糖含量比对照区减少6.3%、10.3%和13.5%（表1）。

表1 施防午睡剂后叶片总糖含量* 日变化

处 理	时 间			
	6:00	14:00	16:00	18:00
对 照	5.8	13.01	16.14	14.69
施防午睡剂	5.8	12.20	14.49	12.70
比对照增减值	0	- 0.81	- 1.65	- 1.99

* 含糖量，以占叶片干重的百分率（%）表示之。

防午睡剂在减缓叶糖分积累的同时相应地减轻了午睡，从而提高了日光合产值（图7、表2）。据1987年6月3日测定，对照区午睡值为48.8CO₂ mg/dm²·日，施防午睡剂区的午睡值为38.7CO₂ mg/dm²·日，比对照区减少9.9CO₂ mg/dm²·日，而光合值比对照区增多16.35CO₂ mg/dm²·日。1986年测定结果趋势相同

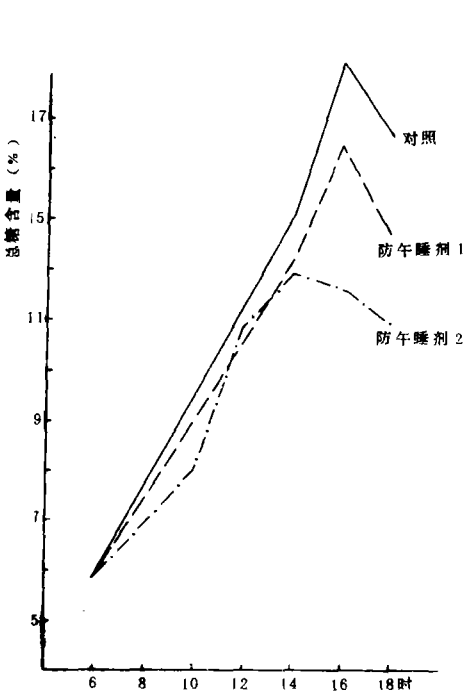


图6 防午睡剂对叶片糖分日变化影响
石家庄1987年5月28日，乳熟期

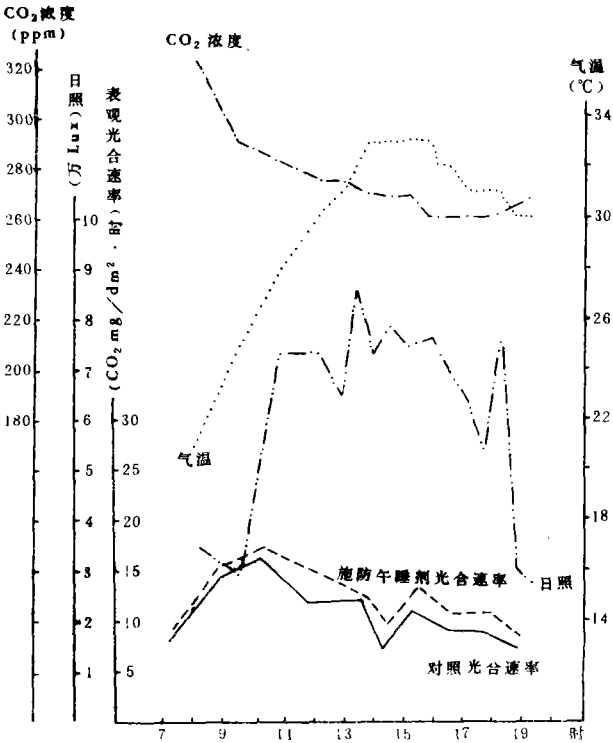


图7 防午睡剂对光合午睡值的作用
石家庄1987年6月3日，乳熟期

表2 施防午睡剂对叶片光合值、午睡值的影响 1987年6月3日, 石家庄

处 理	光 合 值	午 睡 值	午 睡 损 失 率
	(CO_2 , $\text{mg}/\text{dm}^2 \cdot \text{日}$)	(CO_2 , $\text{mg}/\text{dm}^2 \cdot \text{日}$)	(%)
施防午睡剂	149.6	38.7	25.87
对 照	133.25	48.8	36.62
比对照增减值	+16.35	-9.9	-10.75

乳熟期小麦午睡的减轻和光合产值的提高与籽实产量的增加有直接联系。1984—1987年田间试验施防午睡剂区粒重普遍提高, 每亩增产26.5—37.5公斤。这进一步证实了叶糖分过量积累是小麦灌浆期午睡原因之一的论点。同时还显示出通过减轻叶糖分积累克服午睡的途径、挖掘小麦产量潜力的应用前景。

讨 论

1. 关于小麦午睡成因 小麦午睡现象是特定农业生态条件下的产物。我们认为: 在华北麦田午睡形成有两个主要因素^[1、2]。其一是麦田中午 CO_2 短缺, 小麦处于相对饥饿状态而导致光合作用中午下降。在联片麦田, 尤其是在高产麦田更为突出(这一点将另文阐述); 其二是中午叶水势下降引起光合作用大幅度下降, 对此点人们的看法是比较一致的^[2、3、4、5], 不再赘述。此外, 中午叶糖分过量积累和过高气温是加重小麦午睡的第二位原因^[1、2]。对此认识尚有分歧, 许大全研究认为蔗糖当天积累量不足以影响光合作用^[3]。据我们的研究, 小麦叶糖分积累主要是蔗糖的积累, 到了乳熟期叶内当天糖分积累量已达到足以影响光合作用, 加重午睡的程度, 而这时恰恰是小麦籽粒增重的高峰期。当加强了运输减轻了叶糖分积累以后午睡相应减轻, 光合随之提高, 而导致增产。实践证实了这一论点。虽然我们初步找到解决小麦午睡的一个途径, 但却远没有挖尽小麦午睡的产量潜力。尚需从麦田 CO_2 、植株水分、温度等方面探索新的增产措施。

2. 关于小麦叶片糖分积累的特点 小麦叶片糖分积累量的多少与生育时期有关, 抽穗期以前叶糖分积累较少而乳熟期积累量激增, 这可能是受体内营养供求关系和养分运输速度的影响所制约。沢田信一的研究^[6]亦可说明此点。从另一方面看, 小麦属糖叶作物^[7], 叶片日间合成的多余糖分不能转化为淀粉, 而是以蔗糖形态积存于叶片中。而玉米等中间型叶作物^[7]却是以淀粉形态积存当天剩余光合产物的, 玉米午睡不明显可能与糖积累较缓和有关。此外从小麦光合产物运输转化来看, 叶的光合初产物转化为蔗糖, 通过鞘、茎运送到籽粒后再合成淀粉, 我们观测到穗部蔗糖积累高峰落后于叶、鞘、茎, 这似乎可以说明蔗糖在运输过程中以及从蔗糖转化为淀粉的过程中受阻可能是叶片糖分积累的症结所在, 但这一点还有待进一步证实。我们曾观察到甘蔗没有午睡^[8], 这是否与甘蔗叶片中的糖分直接输往茎内且以蔗糖形态直接贮存有关, 这是值得研究的。

参 考 文 献

- (1) 韩凤山等: 小麦午睡原因的研究 I, 《作物学报》, 10 (2) 1984: 137—143
- (2) 韩凤山等: 小麦午睡原因的研究 II, 《作物学报》, 13 (4) 1987: 329—335
- (3) 许大全等: 田间小麦叶片光合作用“午睡”现象的研究, 《植物生理学报》, 10 (3) 1984: 269—275
- (4) 余彦波等: 小麦光合作用午休的原因, 《生态学报》, 5 (4) 1985: 336—342
- (5) 卢振民等: 冬小麦午睡现象田间实验研究, 《生态学杂志》, 6 (3) 1987: 14—16
- (6) 沢田信一: コムギ 幼植物の光合成昼寝現象に関する研究, 《日本作物学会紀事》, 47 (1) 1988: 18—26
- (7) 夏淑芳: 叶片光合产物的输出的抑制与淀粉和蔗糖的积累, 《植物生理学报》, 7 (2), 1981: 135—141
- (8) 韩凤山 郑彦苏等: 农作物午睡潜力的研究, 《华北农学报》, 1 (4), 1986: 49—53

A Study The On Cause of Photosynthetic“ Widday-nap” of Wheat (I V)

—Features of Accumulation of Soluble Carbohydrate of Wheat Organs During Grain Filling Period

Han Fengshan, Wang Chaojiang, Sun Zhenyuan

(Institute Of Agricultural Physics, Physiology and Biochemistry, Hobei)

Abstract

On the basis of previous research work daily changes of soluble carbohyrate of wheatorgans such as blade, sheath, stemp and ear were studied. The results of experi-ment indicate:

At the time of photosynthetic“midday-nap”, the magnitude of accumulation of soluble carbohydrate of wheat vegetative organs was highest during grain filling period. Several sugars range in order: can sugar>mono saccharide>starch in terms of magnitude of accumulation. Identical cause of nature of wheat organs such as blade, sheath earstemp was found. Before the heading period the accumulation of soluble carbohydrate was not found. During the florescence the accumulation was found but it was not significant yet.

When the accumulation of soluble carbohydrate was depressed during grain filling period the photosynthetic “midday-nap” was decreased and the net photosynthetic rate was increased, as a result, higher yield was obtianed. It was further proved that the accumulation of soluble carbohydrate was one of causes of photosynthetic“midday-nap” of wheat during grain filling period.

Key words: Wheat: Pholosynthetic midday nap; Accumulation of carbohydrate.