

# 高温胁迫对冬小麦灌浆期物质运输与分配的影响

郑飞<sup>①</sup> 何钟佩

(中国农业大学植物科技学院作物化控研究中心)

**摘要** 以<sup>14</sup>C 饲喂旗叶为方法,研究了高温胁迫(持续变温及控制高温)对冬小麦灌浆期物质运输与分配的影响。结果表明,高温胁迫影响旗叶光和性能并影响光和产物的输出与向库器官的分配,减少籽粒和韧皮部汁液中蔗糖的含量,改变<sup>14</sup>C 同化物的输出动态,导致灌浆强度和千粒重急剧下降,最终导致产量降低。

**关键词** 冬小麦; <sup>14</sup>C 同化物; 高温胁迫

**分类号** S512.1; S311

## Effect of High Temperature Stress on Transportation and Distribution of <sup>14</sup>C-assimilates in Grain Filling Period of Winter Wheat

Zheng Fei He Zhongpei

(Crop Chemicle Control Center, CAU)

**Abstract** The effects of high temperature stress on the transpotation and distribution of assimilates in the winter wheat was studied by means of <sup>14</sup>C feeding technology. The result shows that the high temperature stress in the filling stage of winter wheat can significantly decrease the yield, decrease the speed of filling grain. On the other hand, it can also decrease the solvable sugar content in the grain and the phloem exudate from peduncel. The <sup>14</sup>C-assimilates of high temperature stress treated wheat also has lower percentage in the spike while higher percentage in the flag leaf.

**Key words** winter wheat; <sup>14</sup>C-assimilates; high temperature stress

近年来世界气候变化异常,“厄尔尼诺”现象和“拉尼娜”现象频繁出现,使农作物的抗逆生理研究受到了更为密切的关注。高温胁迫是影响小麦产量的主要灾害性气候因素之一<sup>[1,2]</sup>,在全国各主要冬春麦区均有频繁发生,损失巨大,国内外对此问题的研究已有一些报道<sup>[3~6]</sup>。本研究以不同类型的冬小麦为材料,在大田持续变温及室内控制高温 2 种条件下,以<sup>14</sup>C 饲喂方法集中研究高温胁迫对小麦灌浆期物质运输与分配的影响,目的在于更深入地了解高温胁迫对冬小麦的伤害机理,为进一步采取有效措施,减轻高温危害提供理论依据。

### 1 材料与方方法

供试材料为京冬 8 号、豫麦 13、百农 64。试验于 1996/1997 年在本校科学园区进行。播期为

收稿日期: 1996-12-13

<sup>①</sup>郑飞,北京市圆明园西路 2 号中国农业大学(西校区),100094

10-05, 播量  $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ; 盆栽试验采用土壤容量  $15 \text{ kg} \cdot \text{盆}^{-1}$  的塑料袋, 每盆 5 粒, 出苗后随时去除劣苗和分蘖, 保留主茎作  $^{14}\text{C}$  饲喂用。

大田变温试验采用小麦灌浆期(花后 17~24 d)田间搭高效增温棚方法增温, 棚内最高日温  $49^\circ\text{C}$ , 适时揭膜控温; 室内控温试验在光照培养室内进行, 温度  $(38 \pm 1)^\circ\text{C}$ , 相对湿度 35%。 $^{14}\text{C}$  饲喂试验在中国农科院原子能研究所进行, 旗叶饲喂, 饲喂量  $592 \text{ kBq} \cdot \text{株}^{-1}$ , 饲喂时间 15 min, 测定仪器为 BH1216 低本底  $\alpha, \beta$  测量仪。可溶性糖采用蒽酮法测定, 分光光度计为 Pharmacia LKB-Biochrom4060。韧皮部汁液收集方法依 Rochat<sup>[7]</sup>等, 搜集液为  $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  EDTA 溶液。

## 2 结果与分析

### 2.1 高温胁迫对小麦籽粒灌浆及千粒重的影响

**2.1.1 高温胁迫对小麦籽粒灌浆强度的影响** 大田持续高温胁迫处理的高温棚内温度从覆膜开始持续上升, 于 14:00 达到最高温  $49^\circ\text{C}$ , 平均高出气温约  $20^\circ\text{C}$ 。在此条件下, 小麦籽粒的灌浆过程受到极大影响(图 1): 05-22(花后 17 d)高温胁迫当天,

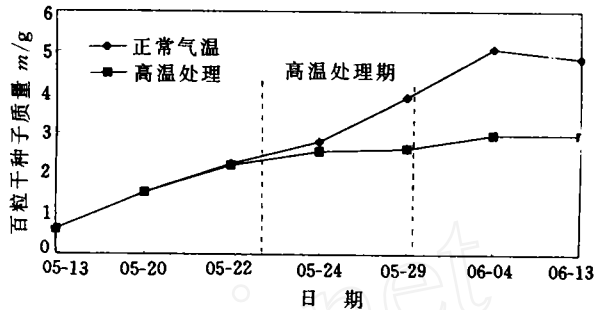


图 1 高温胁迫对小麦籽粒灌浆强度的影响

高温处理的小麦籽粒灌浆强度即开始下降, 此后随胁迫时间的延长, 二者之间的差异急剧增大, 达极显著水平。05-29(花后 24 d)解除高温胁迫后, 由于高温胁迫对小麦植株所造成的不可逆伤害对灌浆过程的抑制一直持续到收获, 最终造成千粒重的大幅度降低。

**2.1.2 高温胁迫对冬小麦千粒重的影响** 从 1996 年及 1997 年两年的数据来看(表 1), 在大田条件下, 高温胁迫导致小麦的千粒重受到严重影响, 差异达极显著水平, 不同类型的品种间未见明显差异。1996 年豫麦 13(弱冬性)在高温胁迫条件下千粒重降低 12.62%, 而京冬 8(半冬性)则降低 15.1%。1997 年由于特殊原因(高温胁迫处理锈病发生), 高温胁迫导致千粒重降低幅度较大, 分别为 38.86%(京冬 8)和 43.29%(百农 64), 但品种间的差异仍不显著。

### 2.2 高温胁迫对灌浆期籽粒、韧皮部汁液含糖量的影响

可溶性糖是小麦籽粒同化物运输和转化的重要形式和原料之一。因此, 籽粒可溶性糖含量的高低对小麦产量的形成具有重要的意义。在高温胁迫条件下, 小麦籽粒可溶性糖含量也明显降低。在处理开始的当天(05-22), 籽粒可溶性糖的含量即开始下降, 在整个处理期间(05-29), 处理的可溶性糖含量均比对照低。在高温胁迫解除后, 其可溶性糖含量仍始终低于对照, 品种间趋势一致(图 2)。可以认为, 在小麦植株受到高温胁迫时, 其源器官, 包括整体机能都受到了伤害, 因此向库器官运输的同化物的量也相应减少, 导致降低。

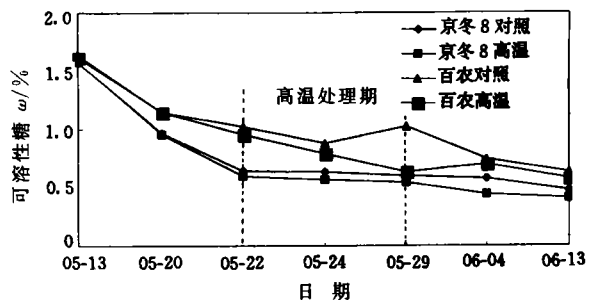


图 2 高温胁迫对籽粒灌浆期可溶性糖含量的影响

小麦穗的韧皮部是同化物向籽粒运输的重要途径,韧皮部汁液的成分对研究同化物向籽粒的运输具有重要意义。分析小麦韧皮部汁液可以看出,高温胁迫导致韧皮部汁液可溶性糖的含量迅速降低:处理第 1 天,二者的差别并不十分明显,但到高温处理的第 3 天,二者的差别急剧增大,差值达 35.24%,差异极显著。这说明,高温处理使小麦植株的同化物制造能力和运输能力都受到了极大抑制。

表 1 高温胁迫对籽粒千粒重的影响

处 理	1996 年		1997 年	
	豫麦 13	京冬 8 号	京冬 8 号	百农 64
对照	41.162	49.37	48.25	36.61
高温处理	35.968	41.92	29.50	20.76
降低率/%	-12.62%**	-15.1%**	-38.86%**	-43.29%**

\*\* 1%水平差异显著

### 2.3 高温胁迫对<sup>14</sup>C 同化物输出动态及在植株体内分布的影响

**2.3.1 高温胁迫对旗叶内<sup>14</sup>C 同化物输出动态的影响** 用<sup>14</sup>C 饲喂旗叶,研究在高温胁迫条件下<sup>14</sup>C 同化物的输出动态发现,高温胁迫后,旗叶的<sup>14</sup>C 输出动态有了较大的变化(图 3)。以高温胁迫 24 h 为界,这种变化可以分为 2 个阶段。第一阶段,高温处理旗叶的<sup>14</sup>C 同化物输出速度与对照相比大大增加,表现为旗叶内<sup>14</sup>C 残留量较少;第二阶段,高温处理旗叶的<sup>14</sup>C 同化物输出速度与对照相比反而下降,旗叶内<sup>14</sup>C 残留量较多。其原因是在高温胁迫初期,对高温的

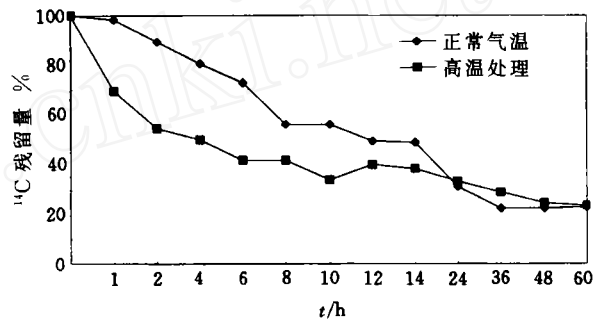


图 3 高温胁迫对<sup>14</sup>C 同化物在旗叶内残留动态的影响

应激反应使小麦植株内代谢系统的活动加强,物质的输出于撤退过程加剧;而当高温胁迫持续到一定时间,破坏了植株的正常代谢活动,物质的输出受到严重阻碍,<sup>14</sup>C 同化物输出速度与对照相比反而下降。

**2.3.2 高温胁迫对<sup>14</sup>C 同化物在植株体内分配的影响** 此项研究可以更清楚地了解高温胁迫造成小麦产量降低的原因。处理的<sup>14</sup>C 同化物主要分布在穗部和旗叶,占总量的 90%以上,而在植株其他部位的分布极少(表 2)。高温处理后,<sup>14</sup>C 同化物的分配变化较大。穗部:对照<sup>14</sup>C 同化物占 71.03%,而高温处理占 59.20%,比对照低 11.83%,差异达极显著水平;旗叶:对照<sup>14</sup>C 占 24.62%,而高温处理占 36.16%,比对照高 11.54%。植株其他部位:高温处理的<sup>14</sup>C 分布多数比对照略有提高。这说明,在高温胁迫条件下,同化物向库器官的分配受到了较大程度阻碍,最终导致产量降低。

表2 高温胁迫对<sup>14</sup>C同化物在小麦植株内的分配的影响

植株部位	对照		高温处理	
	净 CPM	<sup>14</sup> C 同化物/%	净 CPM	<sup>14</sup> C 同化物/%
第一节	12.81	0.25	9.86	0.28
第二节	10.32	0.20	7.98	0.23
第三节	12.82	0.25	10.05	0.29
第四节	52.46	1.03	19.94	0.57
第五节	53.69	1.05	41.62	1.18
穗	3 620.25	71.03	2 079.67	59.20
叶鞘	52.25	1.03	49.46	1.41
旗叶	1 254.54	24.62	1 270.50	36.16
倒二叶	13.38	0.26	8.69	0.25
其余叶	14.08	0.28	15.29	0.44

### 3 讨论

①高温胁迫对小麦植株的影响波及全株,机理十分复杂。本试验仅对其特定时期和器官的物质运输与分配进行探讨。更深的研究表明,小麦植株的信息系统(如内源激素系统)及其他器官(如根系)在胁迫的过程中对植株的整个代谢及抗逆调节机制有着十分重要的作用,小麦植株在高温胁迫条件下的物质运输与分配受到上述系统的直接支配和影响。

②本试验1997年由于锈病发生,高温处理大面积发病,但对照发病轻微。其原因可能由于高温棚内处理的空气湿度较大(相对湿度50%~60%),也可能是高温胁迫导致植株整体免疫能力的下降。限于条件,本试验未能对大田的湿度条件进行严格控制,所以该问题还有待进一步研究。

### 参 考 文 献

- 1 北方十三省(市)小麦干热风科研协作组. 小麦干热风伤害机理的研究. 作物学报, 1984, 10(2): 105~112
- 2 王向阳. 高温对小麦幼苗生理特性影响的初步研究. 河南农业大学学报, 1992, 26(1): 9~14
- 3 王邦锡. 小麦在干热风条件下的生理变化(Ⅰ). 植物学报, 1978, 20(1): 37~43
- 4 邹琦. 小麦的高温伤害与高温适应. 植物学报, 1988, 30(4): 388~395
- 5 田良才等. 高温胁迫——小麦超高产的主要障碍. 山西农业科学, 1995, 23(2): 14~18
- 6 David A, John R. P. Temperature, plant development and crop yields. Trends in Plant Science, 1996, 11(4): 119~124
- 7 Rochat C, Boutin J P. Metabolism of phloem-borne amino acids in maternal tissues of fruit of nodulated or nitrate fed pea plants (*Pisum sativum* L.). J Exp Bot, 1991, 42: 207~214