

冬小麦灌浆期¹⁴C 的同化、分配与调节

汤利 米国华 张福锁

(中国农业大学资源与环境学院)

摘要 在盆栽条件下,利用氮肥和改变源库比的方法,研究了籽粒形成期 2 个冬小麦品种的¹⁴CO₂ 同化及同化物的分配特征。结果表明,莱州 953 的 CO₂ 同化能力显著高于鲁麦 14,但后者¹⁴C 光合产物向籽粒中的分配比例较高,茎叶中残留比例较小。去穗 1/3 以减少籽粒库容后,莱州 953 的¹⁴C 同化受影响较小,而鲁麦 14 的¹⁴CO₂ 同化量则显著上升。开花期增施氮素能继续提高莱州 953 的 CO₂ 同化能力,但不能有效地增加鲁麦¹⁴CO₂ 同化能力。¹⁴C 同化及其调节特征的品种间差异,应在栽培措施上有所考虑。

关键词 冬小麦; ¹⁴C; 氮; 源/库

分类号 S512.1; S311

Assimilation and Allocation of ¹⁴C during Grain Formation Stage in Two Wheat Cultivars as Regulated by Nitrogen and Sink Removal

Tang Li Mi Guohua Zhang Fusuo

(College of Resource and Environmental Sciences, CAU)

Abstract The assimilation and allocation of ¹⁴C during grain filling stage in two wheat cultivars were investigated in pot experiment, as affected by nitrogen and sink removal. The results showed that the ¹⁴CO₂ assimilation in Laizhou 953 was significantly higher than that in Lumai-14. However, the ¹⁴C-assimilates allocation percentage in grain in Lumai-14 was higher than that in Laizhou 953. When the ear sink was reduced by removing one-third of the spikelets, the ¹⁴C-assimilation in flag leaf of Lumai-14 increased significantly while that of Laizhou 953 was little affected. On the contrary, the amount of ¹⁴C-assimilates in the flag leaf of Laizhou 953 increased with increasing N application but not for Lumai-14. It has been suggested that the genotypical difference of ¹⁴C assimilation and its regulation should be considered in the practice of wheat management.

Key words winter wheat; ¹⁴C; nitrogen; source/sink

高产条件下,小麦籽粒产量的 90% 以上来源于抽穗开花后的光合产物。因此,在前期群体结构合理的基础上,增加后期干物质生产及其向籽粒中的运转是小麦高产的基础,因而也成为当前小麦超高产栽培与育种的主要目标^[1]。小麦叶片同化能力与叶片含氮量的变化呈密切相关,开花后叶片含氮量呈逐步下降趋势,其下降速度受 2 方面因素的影响。一是籽粒氮输入与叶片氮输出间的平衡关系(氮的源库关系),二是开花后小麦对氮素的吸收利用能力。二者即受

收稿日期: 1998-10-23

国家自然科学基金资助项目(39600088)

米国华,北京圆明园西路 2 号中国农业大学(西校区), 100094

品种遗传特性控制,又在一定范围内受氮肥运筹所调控^[2,3],其结果最终反映到叶片的光合强度变化。以往研究中,有很多涉及源库调节、或氮素调节对小麦叶片光合强度的效应^[2,4],但很少考虑到不同品种遗传特性在其中所起的作用。而在高产栽培实践中,所选用品种常常是多样性的。本研究利用2个不同类型的小麦高产品种,通过源库处理和氮肥处理,探讨这3个因素在灌浆期叶片¹⁴C同化及分配的调节中的相互作用。

1 材料与方法

试验在中国农业大学科学园进行,盆栽试验。供试土壤为科学园土壤,其基本农化性状为:全氮0.089%,速效磷(Olsen-P)19 mg·kg⁻¹,速效钾(K₂O)218 mg·kg⁻¹,有机质1.54%。供试小麦品种为鲁麦14(多穗,快速落黄^[5,6])和莱州953(大穗,活秆成熟^[6,7])。

试验设氮肥和去穗2个处理。土壤氮肥处理分2个水平:低氮(N1),施氮量(N,下同)0.15 g·kg⁻¹,播种前施入;高氮(N2),施氮量0.275 g·kg⁻¹,分别在播前(0.15 g·kg⁻¹)、拔节期(0.10 g·kg⁻¹)和开花前(0.025 g·kg⁻¹)施入。磷、钾肥全部基施,施肥量分别为P₂O₅0.1 g·kg⁻¹和K₂O 0.15 g·kg⁻¹。供试肥料品种为尿素、重过磷酸钙、硫酸钾。每盆栽土8 kg,3次重复,随机区组排列,常规管理。源库比处理设对照(CK)和去穗1/3(spikelet removal, SR)2个水平,去穗处理于开花时剪去上部1/3小穗。施肥水平与N2相同。

¹⁴CO₂标记于小麦灌浆期(开花后15 d)进行。N1处理仅标记旗叶,N2处理分别标记了旗叶和倒三叶。标记过程在上午9:00,自然光强下进行。将标记叶片放入有机玻璃光合叶室密封,注入¹⁴CO₂气体,光合同化20 min后,从叶室中抽出剩余¹⁴CO₂,饱和NaOH回收。标记剂量为25 μCi·L⁻¹。每处理3株,为3次重复。标记后2 d取样,按标记叶、籽粒、颖壳、其他茎叶和根分部位取样,105℃杀青10 min,70~80℃条件下烘干,称重,磨碎,取50 mg样品测定放射性强度,每样品3次平行测定。计算各器官¹⁴C分配百分率。¹⁴C分配率=某器官的放射性(cpm)/植株总放射性(cpm)×100%

标记及测定过程在中国农科院原子能研究所进行。

2 结果与分析

2.1 小麦灌浆期不同叶位叶片¹⁴C的同化与运转分配

结果表明,旗叶与倒三叶¹⁴CO₂同化能力及¹⁴C同化物的分配存在着一定差异(表1,图1)。

莱州953的碳同化水平显著高于早衰型鲁麦14。

2个品种旗叶的碳同化能力显著高于倒三叶。旗叶的¹⁴C同化物在标记同化2 d后,约有75%~80%分配到植株的其他器官,并主要(约60%~75%)分配到穗部籽粒中,其次是颖壳、其他茎叶,而根中的比例很少,仅为0.36%~0.92%。倒三

叶的同化物在同化2 d后,仍有30%以上滞留在标记叶中,向穗部籽粒中的分配仅为25%~

表1 2个小麦品种不同叶位叶片¹⁴C同化量比较(N2处理)

标记部位	植株总放射性/cpm·plant ⁻¹	
	莱州953	鲁麦14
旗叶	20 560 ± 2 959*	13 888 ± 875
倒三叶	9 313 ± 1 029	4 405 ± 1 443

* 标准偏差,下同。

35%, 显著低于旗叶, 而向茎叶、根中的分配比例显著高于旗叶。 各叶位叶片¹⁴C 同化物向籽粒中的分配比例, 鲁麦 14 均高于莱州 953; 而向茎叶中的分配比例莱州 953 较高, 尤以倒三叶明显。

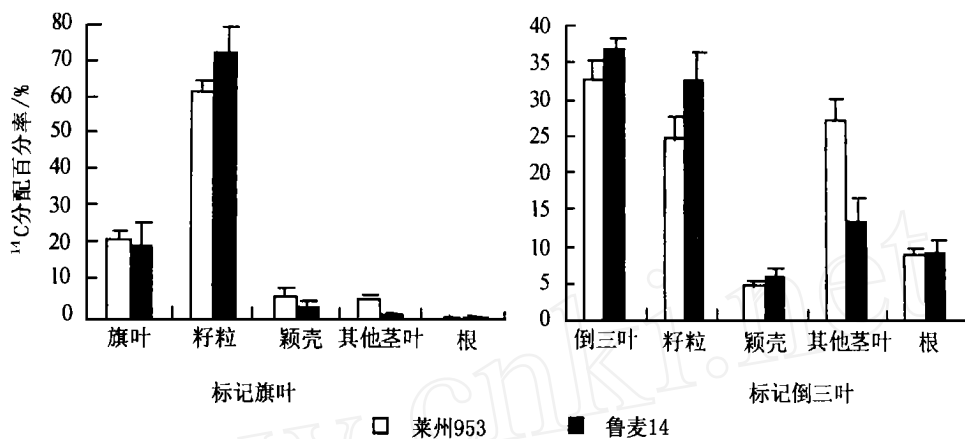


图 1 2 个小麦品种灌浆期叶片¹⁴C 同化物在植株中的分配(N 2 处理)

A: 标记旗叶, B: 标记倒三叶

2.2 源库比变化对小麦灌浆期¹⁴C 同化物运转分配的影响

在开花期去除 1/3 穗、穗库容降低的条件下, 莱州 953 的¹⁴C 同化量无明显变化。而鲁麦 14 在穗库容降低时, ¹⁴C 同化量显著增加, 并达到与莱州 953 相同的水平(表 2)。

库容减少后, 莱州 953, 旗叶¹⁴C 同化物向籽粒中的分配比例减少, 向茎叶中分配比例增加(图 2)。鲁麦 14 旗叶¹⁴C 同化物向籽粒中的分配比例未见显著变化, 茎叶、颖壳中的比例有所增加。

表 2 源库比改变对灌浆期小麦旗叶¹⁴C 同化的影响

处理	植株总放射性/cpm·p lant ⁻¹	
	莱州 953	鲁麦 14
对照	20 560 ± 1 959	13 888 ± 875
去穗	19 779 ± 2 626	19 111 ± 2 850

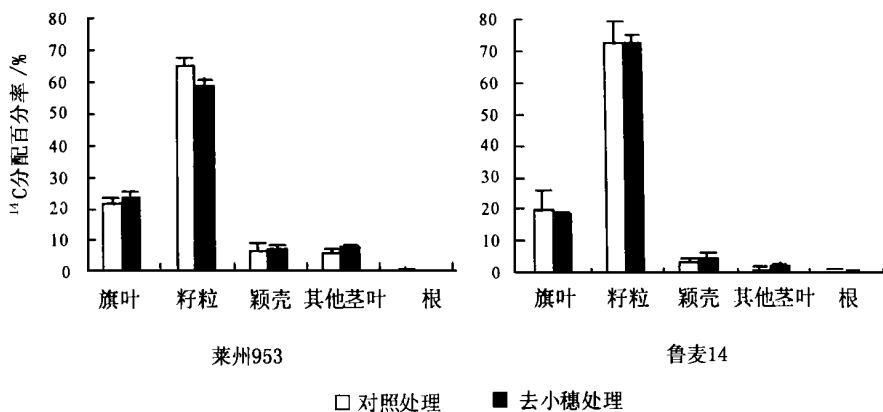


图 2 库容减少对两个小麦品种旗叶¹⁴C 同化物分配的影响(N 2 处理)

2.3 氮素营养对小麦灌浆期¹⁴C同化物运转分配的影响

氮素是调节小麦叶片光合能力最有效的因子之一,因而对于源库平衡及光合产物运转均有重要的作用。由表3结果分析,在2个供氮水平下,莱州953的碳同化量均显著高于鲁麦14。增加施氮量,莱州953的¹⁴C同化总量仍显著增加。鲁麦14的旗叶¹⁴C同化水平无显著差异。

随着氮肥水平的提高,¹⁴C向籽粒中分配的比例明显下降,向茎叶中的分配比例升高,滞留在旗叶中的比例也增加,2个品种表现相同的趋势(图3)。但鲁麦14的各项变化幅度小,未达到显著水平,莱州953则表现显著。

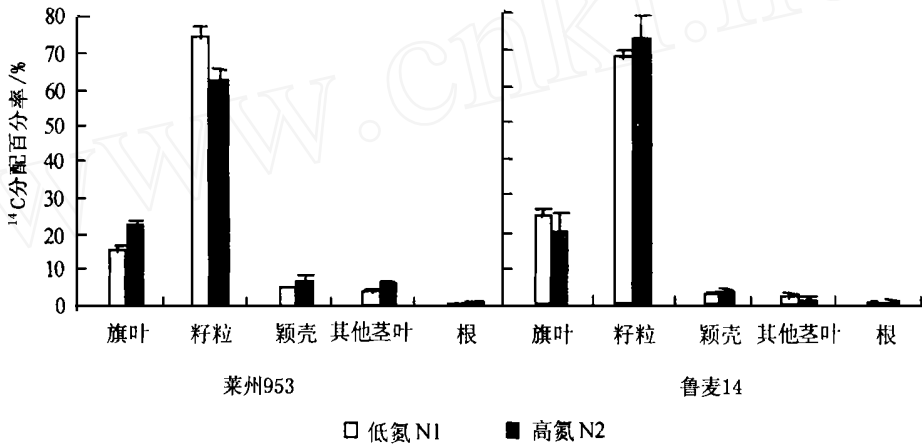


图3 氮素对小麦旗叶¹⁴C同化物分配的影响

3 讨论

在籽粒形成期,由于籽粒氮库的调运,小麦叶片含氮量逐渐下降,光合作用强度随之减弱。通过去穗等手段减小库容后,叶片氮输出速度下降,光合作用的下降会得到一定抑制。但也有研究发现,去库后光合作用强度比对照更低,原因是碳同化物在叶片中积累,造成对光合作用的负反馈^[4]。在本试验中,切去1/3小穗后,2个品种旗叶¹⁴C同化强度的反应不一致。鲁麦14旗叶的¹⁴C同化能力提高,这可能由于叶内蛋白质降解减慢、氮素的输出速度减缓所致^[8]。莱州953旗叶的¹⁴C同化能力受减库的影响则较小,说明该品种旗叶氮素输出不是光合强度的限制因素。前人去叶试验也表明,莱州953的源活性很强^[9]。

值得注意的是,增加后期氮肥并未有效地提高鲁麦14旗叶的¹⁴C同化能力,相反,尽管莱州953光合能力较高,但增施氮肥仍能显著提高其¹⁴C同化能力,只是同化物向籽粒中的分配比例下降。这种差异涉及到所供应氮素是否被有效吸收。已有结果表明,莱州953植株具有庞大的根系,后期吸氮能力较强,而鲁麦14则开花后吸收氮素很少^[10]。

以上结果尚需在田间试验中进一步论证。如果小麦灌浆期叶片碳同化能力的调节机制确

表3 氮对灌浆期小麦旗叶¹⁴C同化的影响

处理	植株总放射性/cpm·p plant ⁻¹	
	莱州953	鲁麦14
N1	18 744 ± 139	13 650 ± 1 560
N2	20 560 ± 1 959	13 888 ± 875

实存在基因型差异, 则在不同品种的遗传改良和配套栽培措施(尤其是氮肥运筹)上应当予以考虑。

参 考 文 献

- 1 徐风. 小麦品种资源生态规律的研究——我国小麦高产育种中若干问题的探讨. 安徽农学院学报, 1985, (1): 1~ 12
- 2 米国华, 张福锁, 王震宇. 小麦超高产生理基础探讨——小麦后期碳氮代谢交互与粒重形成. 中国农业大学学报, 1997, 2(5): 73~ 78
- 3 陈振德, 邹琦, 程炳嵩, 等. 小麦品种的耐肥性与光合作用. 植物学通报, 1991, (1): 37~ 42
- 4 Evans L. T. Crop evolution, adaptation and yield. London: Cambridge University Press, 1993, 75
- 5 姜鸿明, 李晴祺. 高产小麦品种熟相类型的比较研究. 山东农业大学学报, 1993, 24(4): 437~ 445
- 6 汤利. 两种不同衰老类型小麦的碳氮代谢研究: [博士学位论文]. 中国农业大学, 1998
- 7 莱州农业科学研究所. 亩产 600 公斤挺叶紧凑型优质冬小麦良种莱州 953 及栽培要点. 山东省莱州市农业科学研究所简介, 1995, 7~ 10
- 8 Feller U, Fisher A. Nitrogen metabolism in senescing leaves. Critical Reviews in Plant Sciences, 1994, 13: 242~ 273
- 9 徐恒永, 赵君实, 李群, 等. 高产小麦光合源调节对群体光合能力和产量的影响. 全国小麦第七次高产栽培学术讨论会论文集. 江苏农学院学报, 1996, 17(专刊): 79~ 84
- 10 米国华, 汤利, 张福锁. 两种熟相小麦籽粒建成期的氮素吸收与转运. 中国农业大学学报, 1999, 4(3): 53~ 57