DOI:10.15933/j.cnki.1004-3268.2010.03.011

春小麦产量及非叶器官含氮量的氮肥调控效应

刘景秀[1],索全义[1*],王金莲[1],陈 磊[1],李树凤[1],郇志荣[2],张悦熙[1]
(1.内蒙古农业大学 生态环境学院,内蒙古 呼和浩特 010019;2.内蒙古农业大学 农学院,内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要:为了探索氮肥与春小麦非叶光合器官之间的内在联系,以农麦2号为材料,在田间条件下研究了氮肥施用时期对春小麦花后非叶光合器官全氮含量及其与产量关系的调控效应。结果表明,非叶器官全氮含量自开花后随生育进程的推进呈下降趋势,不同非叶光合器官之间的全氮含量差异显著(旗叶鞘>穗下节间>芒>护颖>外稃);不同追肥处理中非叶器官全氮递减速率与产量之间的相关性各异,其中,拔节期追肥处理中各非叶器官的全氮递减速率与产量均呈负相关。

关键词:小麦;非叶器官;追肥时期;全氮;产量
中图分类号:S512.1+2　　文献标识码:A　　文章编号:1004-3268(2010)03-0005-03

Effect of N Fertilizer on N Content of Non-leaf Organs and Grain Yield of Spring Wheat at Different Stages

LIU Jing-xiu[1], SUO Quan-yi[1*], WANG Jin-lian[1], CHEN Lei[1], LI Shu-feng[1],
HUAN Zhi-rong[2], ZHANG Yue-xi[1]
(1. College of Ecology and Environmental Science of Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China; 2. College of Agriculture of Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China)

Abstract: The spring wheat variety Nongmai 2 was used to study the effect of N application at different stages on the N content of non-leaf photosynthetic organs and grain yield in field conditions. The results showed that the total N content of non-leaf organs after flowering presented a decreasing trend along with the delay of growth period, and the difference of total N content in different non-leaf organs was significant. The correlation between the N decreasing rate of non-leaf organs and the grain yield was different in different N-dressing period. There was negative correlation between the N decreasing rate of non-leaf organs and the grain yield when N fertilizer was applied at jointing stage.

Key words: Wheat; Non-leaf organ; Application period; Total N content; Yield

氮素是植物体内的主要元素之一,是小麦体内蛋白质、核酸、叶绿素等的重要组成部分,是限制小麦生长、调控小麦品质和产量的主要因子[1]。追施氮肥有助于小麦植株体内碳氮代谢的同步提高[2],可促进小麦的分蘖能力和穗部的发育,使单位面积穗数和穗粒数增加,改善植株光合性能,提高叶片叶绿素含量,延长绿叶功能期,增加光合产物的积累,增加粒重,最终实现小麦产量的突破[3-5]。此外,许多研究者认为,适当加大生育中后期追氮比例可明显延缓小麦叶片的衰老进程,有利于增加籽粒灌浆期光合产物的形成和

收稿日期:2009-10-13
基金项目:国家自然科学基金项目(30760110)
作者简介:刘景秀(1982-),男,内蒙古赤峰人,在读硕士研究生,研究方向:植物营养与施肥。E-mail:yyryhh@yahoo.com.cn
*通讯作者:索全义(1962-),男,内蒙古乌兰察布人,教授,博士,硕士生导师,主要从事植物营养与施肥研究。

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

积累,并提高籽粒产量[6-10]。光合器官中氮含量是光合功能的指标之一,籽粒灌浆期光合器官含氮量的降低意味着光合功能的衰退。

前人的研究多集中于氮肥对小麦叶片、籽粒产量和品质等方面,而对小麦非叶光合器官方面的研究很少。非叶器官包括旗叶鞘、穗下节间、穗部(芒、护颖、内稃、外稃)。近年来的研究发现,它们具有不同于叶片的光合特性,对籽粒产量和品质有重要贡献[11,12]。为此,在前人工作的基础上,探讨了追氮肥时期对小麦非叶器官全氮含量的影响,以及非叶器官全氮含量与产量之间的关系,从非叶器官的角度了解氮肥施用时期对产量形成的影响机制。

1 材料和方法

1.1 试验材料及田间设计

试验在内蒙古农科院试验田进行。以农麦 2 号为材料,试验田耕层土壤基础肥力:有机质 12.6g/kg,碱解氮 95.2mg/kg,速效磷 12.5mg/kg,速效钾 153.7mg/kg。追肥时期设 4 个处理:分蘖期、拔节期、抽穗期和开花期,采用随机区组排列,3 次重复,共 12 个小区。于 2008 年 4 月 2 日播种,播种量为 337.5kg/hm^2,行距为 15cm。尿素设计用量 270kg/hm^2(1/3 做种肥,2/3做追肥)。播种时施用三料过磷酸钙 225kg/hm^2,氯化钾 75kg/hm^2 和尿素 90kg/hm^2。种肥采用侧深施,追肥结合灌水进行,其余管理与大田常规管理相同。

1.2 样品采集与测试分析方法

各施肥处理于开花后(6 月 12 日)至成熟期(7 月 17 日)每 7d 取样一次。每施肥处理选取具有代表性的样品 10 株,在室内洗净,用滤纸吸干,剪去植株的根部,将植株的旗叶、叶鞘、穗下节间、芒、护颖、外稃分开,放入 105℃烘箱中 30min 杀青,80℃烘干,称干质量。测定时把 10 株样品的相同器官粉碎混匀,采用半微量凯氏定氮法测定各器官氮含量[13]。

1.3 数据处理与统计分析

用 SAS 和 Excel 软件进行相关数据分析。

2 结果与分析

2.1 小麦花后非叶器官含氮量的变化

春小麦各非叶器官全氮含量从开花至成熟均呈现逐渐下降的趋势(图 1)。说明在籽粒形成过程中,氮素的转运和再利用不仅发生在叶器官中,非叶器官同样是籽粒建成中氮素的提供者。

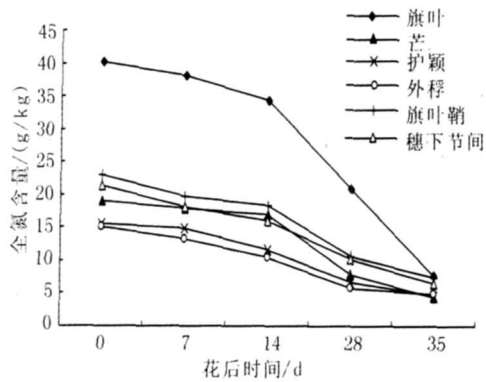


图 1 春小麦各器官全氮含量变化

从图 1 还可以看出,非叶器官含氮量在花后的递减比较平缓,说明光合衰退比较缓慢,这有利于籽粒形成;旗叶含氮量在后期有一个明显的快速下降期,标志着叶器官此阶段光合功能的快速减退。这一方面对籽粒光合产物的积累是不利的,另一方面也意味着有更多的氮素转运入籽粒中,促进籽粒氮素代谢过程。

2.2 不同时期追施氮肥对小麦花后非叶器官全氮含量的影响

开花到成熟期不同施肥处理下各非叶器官的平均含氮量有明显的区别(表 1)。从全氮含量的平均值来看,非叶器官含氮量大小顺序为:旗叶鞘> 穗下节间> 芒> 护颖> 外稃;旗叶含氮量高于所有非叶器官,且差异显著。

表 1 不同追肥时期下各器官的全氮含量 g/kg

施肥时期	旗叶	芒	护颖	外稃	穗下节间	旗叶鞘
分蘖	29.22Aa	13.57Ac	10.67Bd	9.90Ad	14.30Ac	16.57Ab
拔节	29.11Aa	13.75Ac	10.25Cd	9.56Bd	14.88Ac	15.96Bb
抽穗	29.23Aa	13.90Ac	10.85Bd	9.44Bd	14.47Ac	16.62Ab
开花	29.16Aa	13.55Ac	10.95Ad	9.28Bd	14.77Ab	15.43Bb
平均	29.18a	13.69d	10.68e	9.55f	14.61c	16.15b

注:不同追肥时期之间的差异用大写字母表示,不同器官之间的差异用小写字母表示,显著水平均为 5%

2.3 小麦花后非叶器官全氮递减速率与产量的相关关系

表 2 是小麦花后 0~35d(开花期—成熟期)各非叶器官的全氮递减速率[mg/(kg·d)]与小麦产量的相关关系。结果表明,在不同施肥处理下各非叶器官与小麦产量之间呈现出不同的相关性。在各

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

施肥处理中，穗下节间的全氮递减速率与产量均呈负相关。可见，保持穗下节间后期较高的含氮量，延长其功能期有利于产量的提高。

表 2　不同非叶器官的全氮递减速率与产量的相关系数

追肥时期	芒	护颖	外稃	穗下节间	旗叶鞘
分蘖	－0.238	－0.417	0.579	－0.466	0.814
拔节	－0.710	－0.122	－0.998*	－0.236	－1.000**
抽穗	0.961	0.971	0.693	－0.430	－0.890
开花	0.520	0.877	0.672	－0.957	0.994*

注：*表示 5%的显著水平；**表示 1%的显著水平

在拔节期施肥处理中，各非叶器官的全氮递减速率与产量均呈负相关，外稃和旗叶鞘的全氮递减速率与产量的负相关分别达到显著和极显著水平。说明在这种施氮技术下，采取适当措施维持花后各非叶器官较高的含氮量有利于植株合成更多的光合产物，尤其是外稃和旗叶鞘。

在开花期施肥处理中，旗叶鞘全氮的递减速率与产量之间呈显著正相关，说明后期施氮时，旗叶鞘氮素的快速转运对提高产量是有利的。

3　讨论

石书兵[14]研究表明，不同类型冬小麦叶片、叶鞘中氮的含量自开花后逐渐下降，到成熟期降到最低点，随供氮时期后移，小麦叶片、叶鞘中氮的含量升高。本试验结果表明，从开花到成熟期小麦光合器官的含氮量均随生育进程的推移呈逐渐下降趋势，且非叶器官的下降趋势缓于旗叶，说明花后小麦非叶器官光合衰退过程较缓，对籽粒的形成、产量增加是有利的。

小麦的氮素转移问题前人已做过研究，花期前叶片是贮存氮素的主要器官，花期后籽粒成为贮存氮素的主要部位，其次为茎鞘[15]。并且已有研究表明，小麦籽粒中的氮素绝大部分由开花前植株贮藏氮素再运转而来[16]。本试验结果表明，从花后光合器官氮含量来看，除旗叶外，非叶器官中旗叶鞘含氮量最高，其余依次为穗下节间、芒、护颖和外稃。因此，非叶器官也是氮素储存的重要器官，通过后期转运，成为籽粒形成过程中氮素来源之一。

目前，对非叶器官的全氮递减速率与产量之间的关系鲜有报道。本试验结果表明，在非叶器官中，减缓花后旗叶鞘的氮素递减速率有利于产量的增加。拔节期施肥处理下，非叶器官的全氮递减率与产量均呈负相关。氮素施用期后移，能够减缓花后非叶器官的全氮递减速率，延长各光合器官的功能期，有利于产量的提高。

参考文献：

[1] 孙羲. 植物营养原理[M]. 北京：中国农业出版社，1997.

[2] Champighy M L, Levan Q, Valadier M H. Short-term effects of nitrate on CO_2 photo assimilation and sucrose synthesis in wheat leaves[J]. Physiol Veg, 1991, 312: 469-476.

[3] 王晨阳，朱云集，夏国军，等. 氮肥后移对超高产小麦产量及生理特性的研究[J]. 作物学报，1998，24(6)：978-983.

[4] 肖凯，张荣铣，钱维朴，等. 小麦生育后期根叶生理功能衰退性研究[J]. 中国农业科学，1997，30(5)：34-41.

[5] Peterson C J, Graybosch R A, Baenzier P S, *et al*. Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat[J]. Crop Sci, 1992, 32: 98-103.

[6] 郭改玲，刘克礼，高聚林，等. 氮素施用方式对春小麦花后叶片衰老与产量的影响[J]. 麦类作物学报，2006，26(5)：126-129.

[7] 汪建来，曹承富，孔令聪，等. 氮肥运筹对皖麦 44 产量性状的影响[J]. 安徽农业科学，2001，29(5)：633-635.

[8] 潘庆民，于振文. 追氮时期对冬小麦籽粒品质和产量的影响[J]. 麦类作物学报，2002，22(2)：65-69.

[9] 姜丽娜，李春喜，代西梅，等. 超高产小麦氮素吸收、积累及分配规律的研究[J]. 麦类作物学报，2000，20(2)：53-59.

[10] 路开梅，史学礼. 氮肥用量及施用期对强筋小麦产量和品质的影响[J]. 河南科技学院学报：自然科学版，2008，36(1)：7-9.

[11] 索全义，王俊超，高聚林，等. 不同施肥条件下小麦光合器官对单穗产量的影响[J]. 麦类作物学报，2007，27(1)：116-121.

[12] Wang Zhi-min, Wei Ai-li, Zheng Dan-man. Photosynthetic characteristic of non-leaf organs of winter wheat cultivars differing in ear type and their relationship with grain mass per ear[J]. Photosynthetica, 2001, 39(2): 239-244.

[13] 南京农业大学. 土壤农化分析[M]. 2 版. 北京：中国农业出版社，1996：231-244.

[14] 石书兵. 不同生态条件下小麦品质形成的特征、调节及其生理基础[D]. 泰安：山东农业大学，2005.

[15] 赵万春，董剑，高翔，等. 施氮对杂交小麦不同器官氮素积累与转运及其杂种优势的影响[J]. 作物学报，2007，33(1)：57-62.

[16] 赵广才. 氮肥运筹对冬小麦品质、产量的影响及其生理基础[D]. 北京：中国农业科学院，2006.

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net