

不同氮肥浓度对高产小麦光合色素形成的影响

王言景¹, 陈光磊¹, 王智红¹, 王林青¹, 李文增¹, 候宏业¹, 臧贺藏²

(1. 郑州师范学院, 河南 郑州 450044; 2. 河南省农业科学院, 河南 郑州 450002)

摘要:不同氮素水平对光合色素含量的影响将直接决定作物产量的高低。为了确定不同氮素水平对高产小麦生长的影响, 采用荧光定量分析法研究了 2 种小麦在 6 种氮素水平条件下的生长形态变化与光合色素含量变化。结果表明: 在一定范围内提高氮素浓度即氮肥营养液硝酸钙含量在 $0.8 \sim 1.2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时能够提高小麦光合色素含量, 但当超过这一水平, 则效果并不明显, 进一步明确了氮素变化对小麦光合作用的影响。

关键词:小麦; 氮肥; 不同浓度; 光合色素

中图分类号: S512.062 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2016)05-0045-05 DOI: 10.11942/j.issn1002-2767.2016.05.0045

近年来为了保持粮食的增产, 在农业生产中持续大规模的采用尿素等化学肥料, 使得我国农业生产肥料利用率持续偏低^[1]。我国化肥用量占世界总量约 30%^[2], 而一方面则是资源浪费与环境污染等一系列的问题。

目前, 如何提高土壤肥料利用率, 在降低肥料投入的基础上, 提高或保持作物的产量, 已成为当前我国研究的重点内容之一^[1-3]。光合作用是植物合成糖分等有机物的主要方式, 而光合色素的含量则直接影响植物对光能的利用^[4-5]。在不同的氮素水平条件下, 光合色素的含量也将直接影响作物对光能的利用, 进而影响作物的产量形成。施氮能够显著提高小麦叶片光合色素含量^[6-7]。随施氮量增加, 光合色素各组分含量有明显的升高趋势^[8]。而当超过一定用量时, 增施氮肥未能继续提高芸豆叶片的叶绿素含量^[9], 且在棉花生长后期, 持续的高氮肥投入量, 并不能显著提高叶绿素含量^[10]。此外, 叶绿素是植物进行光合作用的重要色素, 是绿色叶片进行光合作用时捕获光能的重要物质, 其含量高低在某种程度上与光合作用及籽粒产量变化有关^[11]。叶绿素含量和 Chl a/b 比值是对作物光合功能有重要影响的生理指标, 叶片衰老过程中最直接、最显著的特征是叶片

失绿变黄^[12]。研究表明, 前期 Chl a/b 比值高, 后期 Chl a/b 比值低的品种不仅能够增加光合产物, 又能够延长叶片功能期, 从而积累较多的有机物质, 获得较高产量^[13]。

结合国家“十三五”肥料减施增效的有关研究方向, 为了继续深入研究高产小麦对不同水平氮素吸收利用的机制, 特别是其光能利用系统所受到的氮素水平的影响, 本研究采用不同氮肥营养液处理苗期小麦, 研究其对植物光合色素含量的影响, 以期探明氮肥浓度水平对色素含量影响的基本情况, 从而为小麦生产提供理论借鉴与实践指导, 为未来在小麦光合能量代谢方面的研究打下基础。

1 材料与方法

1.1 材料

供试小麦 (*Triticum aestivum* L.) 品种为周麦 27 与百农矮抗 58。选用的两品种为河南省广泛种植品种, 周麦 27 具有较高的产量, 而矮抗 58 抗逆能力强, 产量稳定, 且二者具有较近的亲缘关系。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2015 年 11 月在郑州师范学院初等教育学院生物学实验室完成。试验选择均匀一致的小麦种子, 用 10% 过氧化氢浸泡消毒 10 min, 之后用蒸馏水冲洗 5 次。反复冲洗, 于蒸馏水中浸种 24 h。之后, 将种子平铺于几层湿润的滤纸上, 放入 25 °C 的黑暗培养箱中萌发, 并保持滤纸湿润。3 d 后, 转入人工气候箱培养 (光照 12 h, 强度 $110 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 昼夜温度 25 与 20 °C)。1 d 后, 将均匀一致的幼苗 (一叶一心) 移栽入盛有全营养液 ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ $2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;

收稿日期: 2016-04-08

基金项目: 郑州师范学院博士科研启动基金资助项目; 河南省农业科技创新资助项目 (豫财农 [2012] 179 号, 豫财农 [2013] 156 号, 豫财预 [2016] 79 号)

第一作者简介: 王言景 (1984-), 男, 山东省临沂市人, 博士, 讲师, 从事作物生理生态与科学教育研究。E-mail: wangyanjing1230@163.com。

通讯作者: 臧贺藏 (1983-), 女, 河南省驻马店市人, 博士, 助理研究员, 从事作物生理生态和农业信息技术研究。E-mail: zanghechang@163.com。

KH_2PO_4 0.25 mmol·L⁻¹ L; K_2SO_4 0.75 mmol·L⁻¹;
 Mg_2SO_4 0.65 mmol·L⁻¹; FeCl_3 30 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
 MnCl_2 2 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; H_3BO_3 25 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ L; CuSO_4
0.5 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; ZnSO_4 2 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$; Na_2MoO_4
0.7 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)的塑料盆中(长×宽×高=35 cm×
10 cm×15 cm)继续培养,其中两种小麦均等分布
于每个塑料盆中,试验设 6 个氮肥浓度营养液处
理,即对照(CK)、N1、N2、N3、N4、N5,氮肥营养
液硝酸钙含量分别为 0、0.4、0.8、1.2、1.6、
2.0 mmol·L⁻¹,每个处理为 3 盆,不同处理在人工
气候箱中随机分布。3 d 后采用不同氮肥浓度营
养液进行培养,5 d 后(三叶期)取样测定相关指
标。

1.2.2 测定项目及方法 采用直尺,随机测定 6
株小麦的株高与根长;随机选取 6 株小麦,烘箱中

105 ℃杀青 0.5 h,75 ℃烘至恒重,称取重量;叶
绿素 a、叶绿素 b 与类胡萝卜素参照赵世杰^[14]方
法测定,对照为无氮素处理。

1.2.3 数据分析 试验数据采用 Origin 8.0、
SPSS 16.0 和 Excel 2007 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 形态变化

从图 1 看出,在不同浓度氮素营养液处理下,
经过 5 d,两种小麦株高变化趋势基本一致。其中
周麦 27 的 N2 处理最高,N3 次之,N5 最低。与
对照 CK 相比较,N2 处理的株高差异达到显著性
水平,其它处理虽与对照相比或高或低,但其差异
均未达到显著性水平。另一方面,矮抗 58 的株高
变化,也是以 N2 最高。其中相比较 CK,N2 与
N3 的差异性达到显著性水平。

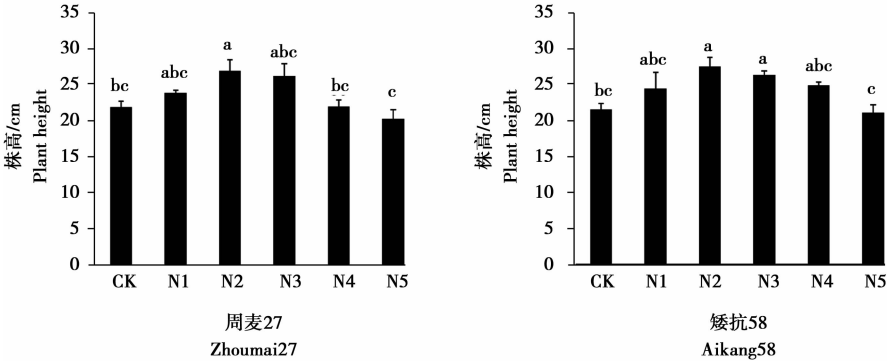


图 1 两种小麦株高的变化
Fig. 1 The plant height variation of two kinds of wheats

从图 2 可知,两种小麦根长的变化趋势大体
一致,但其中在低氮素浓度处理条件下,生长趋势
出现了差异。周麦 27 的根长均高于 CK,其中
N3 处理根系长度最大,N2 次之,N1 稍低于 N2,
N4 与 N5 相差不大。与 CK 相比较,除了 N5 未

达到差异显著性,其余处理均达到差异显著性水
平。而与之不同的是,矮抗 58 虽也是以 N3 最
高,但是 N1 则低于 N4 与 N5,且与 CK 相比较,
各处理数值虽较高,但差异均未达到显著性水平。

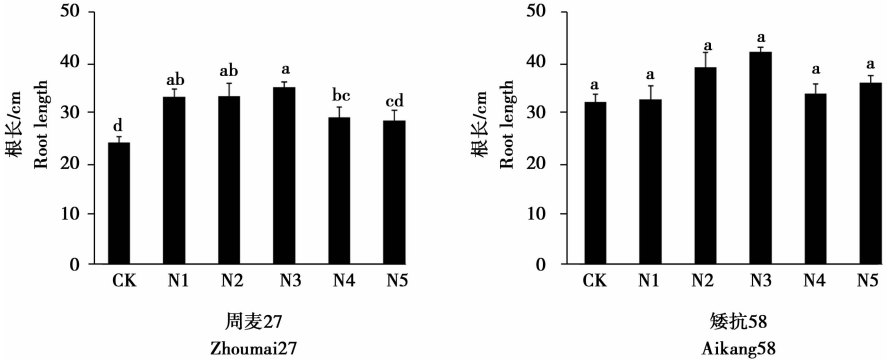


图 2 两种小麦根长的变化
Fig. 2 The root length variation of two kinds of wheats

从图 3 看出,两种小麦单株干物质积累变化趋势总体一致。不同处理的干物质积累均高于对照,且在低于 N3 处理条件下,呈现上升趋势,但

当高于 N3 处理后则呈现一定的下降趋势。其中矮抗 58 的 CK 与 N1 处理数值基本一致。

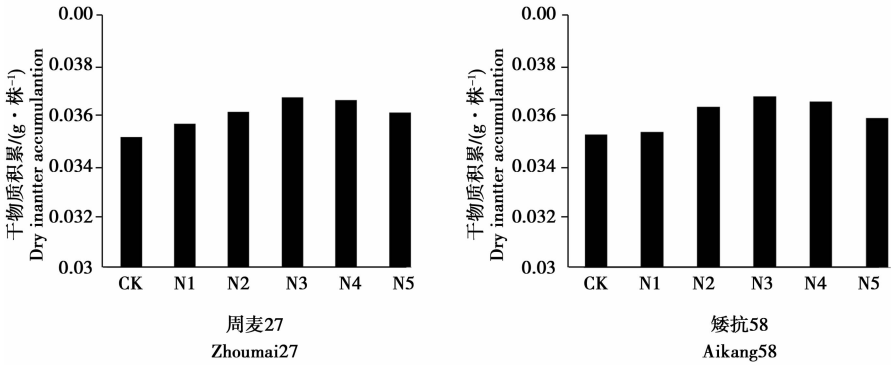


图 3 两种小麦干物质积累的变化

Fig. 3 The dry matter accumulation variation of two kinds of wheats

2.2 光合色素含量变化

从图 4 看出,两种小麦叶绿素 a 含量变化趋势基本一致。各个处理的含量均高于对照,且以

N3 处理最高,N2 次之,但周麦 27 的各个处理之间均为达到显著性水平,而矮抗 58 的 N2 与 N3 则与对照差异达到了显著性水平。

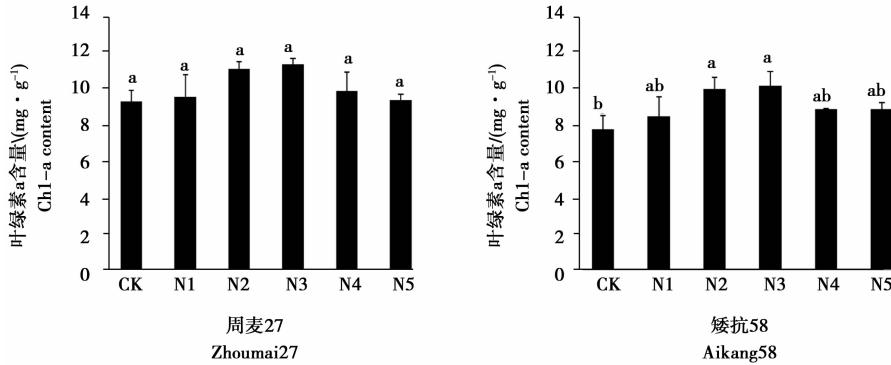


图 4 两种小麦叶绿素 a 含量的变化

Fig. 4 The chl-a content variation of two kinds of wheats

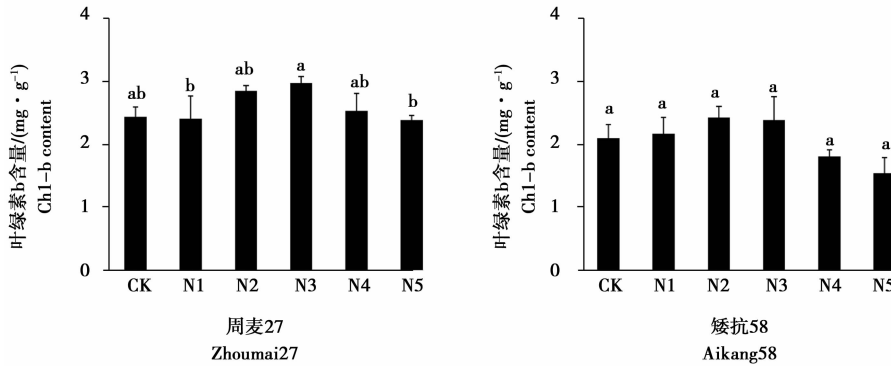


图 5 两种小麦叶绿素 b 含量的变化

Fig. 5 The chl-b content variation of two kinds of wheats

在不同处理下,两小麦叶绿素 b 含量的变化存在一定的差异。周麦 27 在低于 N3 的浓度处

理条件下,叶绿素 b 含量呈现一定的上升趋势之后有所下降;矮抗 58 的各个处理间均未达到差异

显著性水平,而周麦 27 的 N1 处理则略低于 CK,且与 N3 处理的差异达到了显著性水平。另一方面,当浓度处理超过 N3 之后,两种小麦的叶绿素

b 含量均呈现了下降趋势,其中矮抗 58 的处理低于对照,但差异不显著。

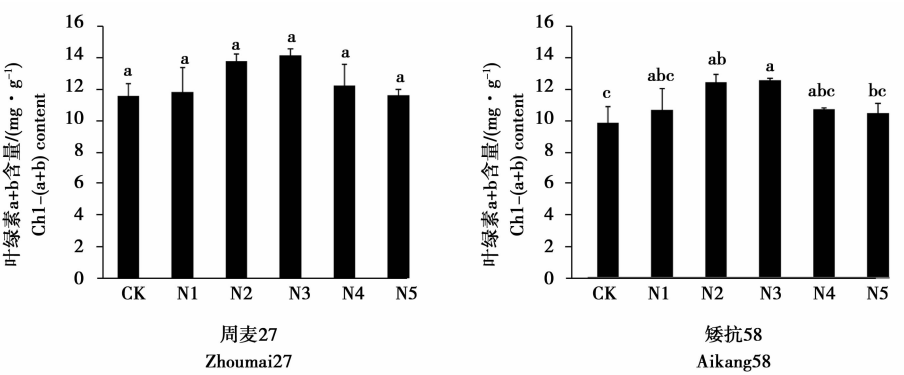


图 6 两种小麦叶绿素 a+b 含量的变化
Fig. 6 The chl-(a+b) content variation of two kinds of wheats

通过对叶绿素 a 与 b 总量的分析可以看出,两种小麦的变化趋势基本一致,与叶绿素 a 含量的变化情况类似。周麦 27 各个处理之间的差异均不显著,矮抗 58 的 N2 与 N3 处理与对照达到了差异显著性水平。

化差异较大。其中周麦 27 以 N2 处理最高,其余处理数值相差不大,且各个处理间差异均不显著。而矮抗 58 则以 N3 最高,N4 次之,且与其对照相比较,N3 与 CK、N2 和 N5 差异达到显著性水平,其余各处理间的差异均不显著。

如图 7 所示,两种小麦的类胡萝卜素含量变

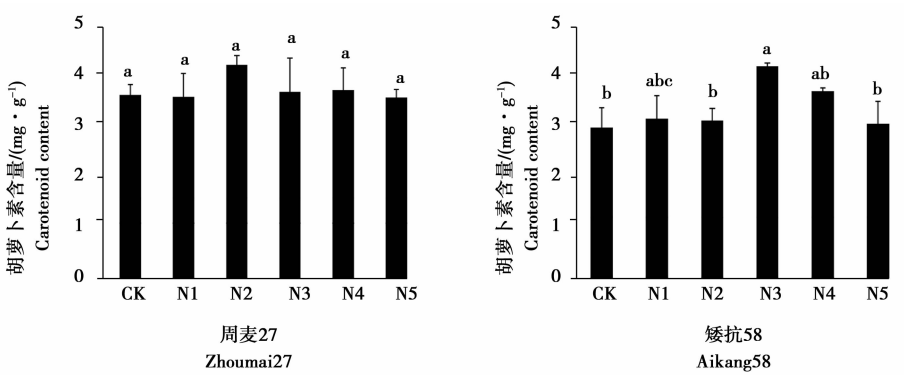


图 7 两种小麦类胡萝卜素含量的变化
Fig. 7 The carotenoid content variation of two kinds of wheats

3 结论与讨论

通过对小麦生长形态的分析可以看出,在不同氮素浓度处理 5 d 后,两种小麦的株高、根长与干物质积累峰值出现在 N2 与 N3 处理之间。与对照相比较,当低于这个峰值时,低浓度的氮素处理对小麦形态生长呈现促进的趋势,而当高于这个峰值时,在所设定的氮素浓度范围内,对小麦则没有明显的促进作用,甚至是存在一定的抑制性影响。有研究表明,过高的氮肥施用量,对菊芋的株高增长不利^[15],且菊芋的生物量在较低氮肥浓度时,增长明显。本文研究也表明,在氮肥在一定

浓度范围内,能够迅速促进植株地上部分的增长,但超过一定浓度时,则并不明显。

另一方面,前人研究表明,在一定的光照条件下,增施氮肥能够提高烟叶光化学效率,但过量施用不利于烤烟光合效率的改善^[16]。而通过对小麦光合色素含量变化的分析,可以看出,不同处理的色素含量变化趋势与形态变化趋势存在一定的相似性。于 N2 与 N3 之间出现了峰值,且较低浓度与较高浓度的变化趋势基本类似,而需要指出的是在类胡萝卜素含量变化方面,两种小麦的不同处理变化趋势差异较大。说明随着氮肥浓度的

提高,植株光合能力得到加强,但当超过一定浓度水平时,植株光合能力并未继续大幅度加强。

参考文献:

[1] 张福锁,王激清,张卫峰,等.中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J].土壤学报,2008,45(5):915-923.

[2] 闫湘,金继运.我国化肥利用现状与养分资源高效利用研究[D].北京:中国农业科学院,2008.

[3] 王伟妮,鲁剑巍.基于区域尺度的水稻氮磷钾肥料效应及推荐施肥量研究[D].武汉:华中农业大学,2014.

[4] Tanaka Yoshikazu, Sasaki Nobuhiro, Ohmiya Akemi, et al. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids [J]. Plant Journal, 2008, 54(4):733-749.

[5] Pascal Andrew, Liu Zhen-feng, Broess, Koen, et al. Molecular basis of photoprotection and control of photosynthetic light-harvesting [J]. Nature, 2005, 436 (7047): 134-137.

[6] Shangguan Zhou ping, Shao Min gan, Jens Dyckmans. Effects of nitrogen nutrition and water deficit on net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in winter wheat[J]. Journal of Plant Physiology, 2000, 156 (1): 46-51.

[7] Kouki Hikosaka. Modelling optimal temperature acclimation of the photosynthetic apparatus in C3 plants with respect to nitrogen use[J]. Annals of Botany,1997,80(6):721-730.

[8] 张绪成,上官周平.施氮对旱地不同抗旱性小麦叶片光合

色素含量与荧光特性的影响[J].核农学报,2007,21(3):299-304.

[9] 杨亮,赵宏伟,宋谨同,等.氮肥用量对芸豆叶绿素含量和子粒营养品质影响的研究[J].作物杂志,2013(1):81-87.

[10] 支金虎,伍维模,危常洲,等.水分与氮素对膜下滴灌棉花叶片叶绿素含量时空分布的影响[J].西北农业学报,2007,16(1):7-12.

[11] Ali A M,Thind H S,Sharma S,et al. Prediction of dry direct-seeded rice yields using chlorophyll meter, leaf color chart and green seeker optical sensor in northwestern India[J]. Field Crops Research,2014,161:11-15.

[12] Rajendra Kumar Behera, Nakul Kumar Choudhury. High irradiance-induced changes in carotenoid composition and increase in non-photochemical quenching of Chl a fluorescence in primary wheat leaves [J]. Journal of Plant Physiology, 2003, 160(10):1141-1146.

[13] 牛立元,茹振钢,赵花周,等.小麦叶片叶绿素含量系统变化规律研究[J].麦类作物学报,1999,19(2):36-38.

[14] 赵世杰.叶绿素的定量测定[M]//邹琦.植物生理学实验指导.北京:中国农业出版社,2000:72-75.

[15] 朱铁霞,乌日娜,于永奇.不同氮肥施用量下菊芋株高及各器官生物量分配动态研究[J].草地学报,2014(1):199-202.

[16] 云菲,刘国顺,史宏志,等.光氮互作对烤烟叶片光合色素及荧光特性的影响[J].中国农业科学,2010(5):44-47.

Effect of Different Nitrogen Concentrations on the Photosynthetic Pigments Formation of High Yield Wheats

WANG Yan-jing¹, CHEN Guang-lei¹, WANG Zhi-hong¹, WANG Lin-qing¹, LI Wen-zeng¹, HOU Hong-ye¹, ZANG He-cang²

(1. Zhengzhou Normal University, Zhengzhou, Henan 450044; 2. Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: The influence of different nitrogen concentrations to photosynthetic pigments content will directly determine the yield of crops. The variation of growth morphology and photosynthetic pigments content of two wheats in six nitrogen concentrations was resulted by fluorescence quantitative analysis method, the influence of nitrogen concentrations' changing on the photosynthesis of wheat was clarified. The results showed that within a certain range, increasing nitrogen concentration could improve photosynthetic pigments content of the wheat, but exceeding more than a certain level(when the calcium nitrate conten was more than 1.2 mmol·L⁻¹), the effect were not obvious.

Keywords: wheat; nitrogen; different concentration; photosynthetic pigments

作者简介格式要求:
姓名(出生年-),性别,籍贯(省市或县),学位,职称,研究方向。E-mail:。