

覆盖条件下旱地施肥对小麦旗叶生理特性 及籽粒产量的影响^X

王渭玲¹, 徐福利^{1,2}

(1. 西北农林科技大学, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 在陕西半湿润偏旱地区秸秆覆盖保墒条件下研究氮素施用方式对小麦后期旗叶衰老及产量的影响。结果表明, 秸秆覆盖配合施肥可以提高灌浆期旗叶的叶绿素含量, 延缓叶衰老, 延长叶片功能期, 有利于提高粒重和产量; 施肥可以抑制叶绿素降解, 而分次施 N 对抑制叶绿素的降解作用更强; 施 N 肥延缓了旗叶蛋白质的降解, 分次施 N 处理旗叶可溶性蛋白质含量相对较高, 而且随时间降低较慢, 后期追施 N 肥可延长叶片功能期; 施 N 肥加速了旗叶丙二醛降解, 分次施 N 处理丙二醛含量相对较低, 丙二醛(MDA)含量随时间增高速度较慢, 三次施 N 的丙二醛含量比两次施氮低。

关键词: 施肥; 小麦旗叶; 衰老; 生理指标; 产量

中图分类号: S512.106, Q945 文献标识码: A 文章编号: 1000-7601(2003)03-0051-04

干旱缺水是西北地区小麦产量低的最主要限制因素。如何在缺水条件下, 采用各种栽培管理技术, 延长小麦叶片的功能期, 促进叶片光合作用, 特别是提高小麦灌浆后期光合效率, 增加粒重和产量已成为生产上亟待解决的问题。根据源库理论, 小麦产量绝大多数来源于小麦开花后叶片的光合产物。延缓花后叶片衰老、增加花后光合产物, 被众人关注^[1~3, 5~8]。施肥对小麦后期生理变化、旗叶的衰老等影响很大^[1, 2, 4, 5], 对小麦生长生理有明显的调控作用^[4], 已有研究表明, 如果能推迟小麦叶片衰老, 则可明显增加籽粒产量; 花后旗叶的生理特性, 特别是旗叶的光合特性及旗叶的衰老是决定小麦产量的主要因素, 而旗叶的生理特性及衰老与氮肥施用量与施肥时期有关^[6]。本研究在小麦全生育期施氮总量相同的前提下分期施用 N 肥对旱地秸秆覆盖条件下分期施 N 对小麦旗叶的光合作用及其衰老过程中有关代谢进行了研究, 旨在为旱地小麦生产合理分配氮肥用量以延缓植株衰老, 提高小麦籽粒产量提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验条件

试验于 2000~2001 在西北农林科技大学合阳

旱地农业试验点进行。该区海拔 800~930 m, 年平均气温 10.5℃, 10℃ 的积温 2400~3400℃, 年平均降雨量为 530 mm, 干燥度 1.50, 年昼夜温差平均为 11.5℃, 无霜期 169~180 d, 属半湿润偏旱区。

供试土壤为红垆土, 有机质含量 9.22 g/kg, 全 N 0.732 g/kg, 全 P 0.385 g/kg, 碱解 N 40.9 mg/kg, 速效 P₂O₅ 3.4 mg/kg, 速效 K₂O 70.7 mg/kg, 缓效钾 K₂O 840 mg/kg。土壤容重 1.30 g/cm³, 萎蔫点土壤含水量 7.8%。

1.2 试验设计

施肥方案见表 1。氮肥根据要求分一次、两次和三次施用, N(60%+40%)P, 指 60%的 N 作基肥在小麦播种时施入, 40%的 N 在小麦返青期追施; N(60%+35%+5%)P, 指 60%的 N 作基肥在小麦播种时施入, 35%的 N 在小麦返青期追施, 5%的 N 在后期根外喷施。小麦整个生育期采用秸秆覆盖。磷肥和有机肥在小麦播种整地时一次施入, 深耕混匀。N 肥按照试验方案施入。小麦试验品种为石 86-5144。试验小区采用随机排列, 重复 4 次, 小区面积为 5×3.5=17.5 m², 每小区 16 行, 每行 12.5 g 种子, 每公顷基本苗 300 万株。

1.3 测定项目及方法

于小麦开花后在田间取各处理小麦旗叶 16 片,

X 收稿日期: 2003-04-25

基金项目: 国家 863 项目(2002AA 6Z3211)

作者简介: 王渭玲(1962-), 女, 陕西渭南人, 副教授, 在职博士, 主要从事植物环境生理方面的教学和研究。电话: (029)7081639, E-mail: wliwang-163@163.com

测定有关生理指标。叶绿素(a+b)含量的测定用丙酮、无水乙醇浸提法^[9];蛋白质含量用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[9];丙二醛(MDA)测定用比色法^[10]。

各处理每重复随机选择 10 株,每处理共 40 株,

调查冬前分蘖、反青分蘖、穗粒数、穗长。

收获时除两个边行外全区收获,单区脱粒,晒干、统计千粒重、计产。试验数据为 2000 年和 2001 年的平均值。

表 1 留茬少耕覆盖和传统保墒方法的施肥方案

Table 1 Field experiment plan

编号 Number	处理 Treatment	肥料用量及种类 (kg/hm ²)		
		尿素 Urea	磷酸二铵(NH ₄) ₂ HPO ₄	有机肥 Manure
1	CK	0	0	0
2	N(100%N)P	300	300	0
3	N(100%N)P+ 有机肥 N(100%N)P+ Manure	300	300	75000
4	N(60%N+ 40%N)P	157.5+ 142.5	300	0
5	N(60%N+ 35%N+ 5%N)P	157.5+ 124.7+ 17.8	300	0

2 结果与分析

2.1 对小麦旗叶叶绿素含量的影响

叶绿素含量是叶片光合特性的重要指标之一,其含量的降低是小麦叶片衰老的主要特征。从表 2 看出,小麦花后随着接近成熟,各处理的叶绿素含量都在逐渐减少,但不同处理下降的程度不同,对照下降的最多,最后一次测定时叶绿素含量最低,叶片几

乎为黄色;而分次施 N 处理 4 的叶绿素含量为 1.237 mg/kg,处理 5 叶绿素含量为 1.682 mg/kg,叶片仍为绿色。说明施氮可以抑制叶绿素降解,而分次施 N 对抑制叶绿素降解的作用更强。后期追施 N 肥可提高叶片叶绿素含量,延长叶片功能期,叶片在后期具有较强的光合特性,从而为小麦的籽粒灌浆提供更多的物质来源。

表 2 施肥对小麦旗叶叶绿素含量的影响(mg/kg)

Table 2 The effect of fertilization on chlorophyll content of wheat flag leave(mg/kg)

处理 Treatment	测定时间(月-日) Testing date (M-d)			
	05-17	05-24	06-01	06-08
CK	3.144	1.198	0.233	0.103
N(100%N)P	3.286	2.186	0.491	0.436
N(100%N)P+ 有机肥 N(100%N)P+ Manure	3.514	3.523	1.422	1.006
N(60%N+ 40%N)P	3.482	3.171	1.683	1.237
N(60%N+ 35%N+ 5%N)P	3.416	3.252	1.964	1.682

2.2 对小麦旗叶可溶性蛋白质含量的影响

可溶性蛋白在细胞内主要以酶的形式存在,其含量多,生理活性强,代谢旺盛。从表 2 看出,小麦叶片中可溶性蛋白质含量在花后持续下降,各处理的变化趋势相似。施 N 肥处理可溶性蛋白质含量高于对照。表明施 N 肥延缓了蛋白质的降解,延缓了叶片衰老,但从氮肥的分配来看,分次施肥的小麦旗叶可溶性蛋白质含量相对较高,而且随时间降低缓慢,三次施氮小麦旗叶可溶性蛋白质含量比两次施氮高。

2.3 对小麦旗叶丙二醛含量的影响

丙二醛为膜脂过氧化的产物,是膜脂过氧化的指标之一,是引起膜结构及生理完整性破坏的直接原因。不同施肥的小麦旗叶丙二醛含量见表 4,从表

4 看出,小麦旗叶丙二醛含量在开花后持续提高,各处理的变化趋势相似;施 N 肥处理小麦旗叶丙二醛含量低于对照。表明 N 肥加速了丙二醛降解,延缓了叶片衰老。但从氮 N 的分配来看,分次施肥丙二醛含量相对较低,且旗叶丙二醛含量增高速度较慢,三次施 N 的小麦旗叶丙二醛含量比两次施 N 低。

2.4 对小麦产量构成因素及籽粒产量的影响

产量水平的高低是由单位面积穗数、穗粒数和粒重共同决定的。冬前分蘖是保证小麦单位面积穗数的基础,从表 5 可以看出,施肥促进了冬前分蘖。返青分蘖同冬前分蘖的变化趋势相同,但是,不同时期施氮肥,对小麦的穗粒数、穗长和千粒重影响很大。穗粒数两次施氮比一次施氮增加 13.4%,三次施氮比一次施氮增加 9.3%,穗长两次施氮比一次

施氮增加 11.5%, 三次施氮比一次施氮增加 4.3%; 千粒重两次施氮比一次施氮增加 1.3%, 三次施氮比一次施氮增加 5.6%。从产量结果分析(表 5), 更

能说明施肥对产量及旗叶叶绿素含量、可溶性蛋白质含量、叶丙二醛含量有影响。

表 3 不同施肥处理小麦旗叶可溶性蛋白质含量(mg/kg)

Table 3 The effect of fertilization on soluble protein content of wheat flag leave

处 理 Treatment	测定时间(月-日) Testing date (M-d)			
	05-17	05-24	06-01	06-08
CK	20.2	16.0	7.8	1.6
N(100%N)P	23.3	16.7	9.4	3.2
N(100%N)P+ 有机肥 N(100%N)P+ Manure	27.4	20.3	12.2	4.4
N(60%N+ 40%N)P	30.3	25.7	17.8	6.7
N(60%N+ 35%N+ 5%N)P	31.2	26.3	18.5	7.2

表 4 不同施肥处理的小麦旗叶丙二醛含量(Lmol/g)

Table 4 The effect of fertilization on MDA content of wheat flag leave

处 理 Treatment	测定时间(月-日) Testing date (M-d)			
	05-17	05-24	06-01	06-08
CK	22	43	51	71
N(100%N)P	18	39	46	63
N(100%N)P+ 有机肥 N(100%N)P+ Manure	17	36	42	58
N(60%N+ 40%N)P	15	25	35	50
N(60%N+ 35%N+ 5%N)P	12	20	33	43

表 5 不同施肥处理的小麦产量构成因素及籽粒产量*

Table 5 The effect of fertilization on wheat yield formation factor and seed yield

处 理 Treatment	冬前分蘖 (个/株) Tiller per plant before winter	返青分蘖 (个/株) Tiller per plant in spring	穗粒数 (粒/穗) Kernels per ear	穗长 Ear length (cm)	千粒重 1000-k ernels weight (g)	产 量 Yield (kg/hm ²)	增 产 Added (%)
CK	2.1	63.	29.2	6.7	35.6	3018 a A	-
N(100%N)P	3.4	7.7	37.7	6.7	37.5	4095 b B	35.6
N(100%N)P+ 有机肥 N(100%N)P+ Manure	3.0	7.6	36.5	6.9	38.0	4654 c C	54.2
N(60%N+ 40%N)P	4.1	7.4	41.1	7.7	39.6	4331 c C	43.5
N(60%N+ 5%N+ 5%N)P	2.9	7.1	39.9	7.2	39.1	4812 c C	59.4

注: * 英文字母为方差分析结果, 相同字母表示未达 5% 的差异显著水平。

Note: * The value followed by different letters in volume is significant at 5%.

3 讨 论

旱地施肥对小麦旗叶后期的叶绿素含量有很大影响, 施肥提高了旗叶的叶绿素含量^[17], 对照的叶绿素含量为 1.735 mg/kg, NP+ 有机肥处理为 2.413 mg/kg, 提高了 39.2%, N 肥分次施比一次施肥高。因此后期施用 N 肥及采用 NP 与有机肥配合施用可以延长旗叶的功能期, 但合理的施肥时期和施肥量还需进一步研究。增施 N 肥延缓了旗叶蛋白质的降解, 延缓了叶片衰老, 但从氮肥分配来看, 分次施肥处理的小麦旗叶可溶性蛋白质含量相对较

高, 且随时间降低的速度较慢, 三次施氮的小麦旗叶可溶性蛋白质含量比两次施氮高。

施 N 肥加速了小麦旗叶丙二醛降解, 延缓了叶片衰老, 但从氮肥的分配来看, 分次施肥旗叶丙二醛含量相对较低, 且随时间丙二醛含量增高速度较慢, 三次施氮叶丙二醛含量比两次施氮低。

根据源库理论分析, 旱地小麦生产中, 源对提高产量的作用不可忽视, 保证持续的源供应能力是旱地小麦高产的保证。应优化源库关系, 小麦生产中不仅要防止植株早衰, 提高开花后同化物质的合成能力, 而且要促进营养器官贮藏物质向籽粒快速运转

提高同化物质的转化效率,既要增源又要畅流,协调好两者的关系,使植物正常衰老,是提高穗粒重增加产量的关键。

秸秆覆盖方法是旱地保墒提高农田水分利用率的一个有效途径,但相应的合理施肥技术,如施肥时期、肥料种类和施肥量还需进一步研究。

参考文献

- [1] 王月福,于振文,李尚雪,等. 氮素营养水平对小麦开花后碳素同化运转和产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(2): 55-59.
- [2] 樊廷录,王勇,王立明,等. 旱地冬小麦周年地膜覆盖栽培的增产机理及关键技术研究[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(2): 1-8.
- [3] 梁银丽,康绍忠,张成娥. 不同水分条件下小麦生长特性及氮磷营养的调节作用[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(14): 58-63.
- [4] 程宪国,汪德水,张美荣,等. 不同土壤水分条件下对冬小麦生长及养分吸收的影响[J]. 中国农业科学, 1996, (4): 67-74.
- [5] 史国安,郭香凤,李友军,等. 旱地小麦不同品种旗叶衰老代谢比较研究及利用[J]. 干旱地区农业研究, 1998, 16(4): 93-97.
- [6] 田纪春,陈建省,王延测,等. 氮素追肥后移对小麦籽粒产量和旗叶光合特性的影响[J]. 中国农业科学, 2001, 34(1): 101-103.

- [7] 岳寿松,于振文,余松烈. 不同生育期施氮对冬小麦旗叶衰老和粒重的影响[J]. 中国农业科学, 1997, 30(2): 42-46.
- [8] 陈建军,任永浩,陈培元,等. 干旱条件下氮营养对不同抗旱品种生长的影响[J]. 作物学报, 1996, 22(4): 483-489.
- [9] 张国盛,张仁陟. 水分胁迫下氮磷营养对小麦幼苗渗透物质累积影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2001, 36(1): 95-99.
- [10] 房江育,张仁陟. 无机营养和水分胁迫对春小麦叶绿素、丙二醛含量等的影响及其相关性[J]. 甘肃农业大学学报, 2002, 41(1): 48-52.
- [11] Morgan J M. A doption to water-deficit in chickpea breeding lines by osmorgulation relationship to grain-yield in the field [J]. Field Crops res, 1991, (27): 61-75.
- [12] 张岁岐,山 仑. 氮素营养对春小麦抗旱适应性及水分利用率的影响[J]. 水土保持研究, 1995, 2(1): 31-35.
- [13] 王渭玲,张冀涛. 旱地分期施用氮肥对小麦产量和品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 1996, 14(2): 41-44.
- [14] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000. 124-138.
- [15] 徐学选,穆利民. 小麦水肥产量效应研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(3): 6-12.
- [16] 赵广才,李春喜,张保明,等. 不同时期不同比例施 N 对冬小麦 N 肥利用率的影响[J]. 华北农学报, 2000, 15(3): 99-102.
- [17] 潘广民,于振文,王月福. 追氮时期对小麦光合作用、¹⁴C 同化物运转分配和硝酸还原酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2001, 21(4): 631-636.

Effects of fertilization on wheat flag leaf physiological characteristics and yield in dryland area in straw mulching condition

WANG Wei-ling¹, XU Fu-li²

(1. Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: It was studied the effect of different N application on flag caducity of wheat anaphase and wheat yield under straw mulch in dry area of Shaanxi province. The result shown that chlorophyll content in grouting stage is high with straw mulch. It could stave leaves caducity prolonging leaves function stage; it was propitious to improve kernel weight and yield. N Fertilization could restrain chlorophyll separation, and disparate fertilization restrain chlorophyll separation more strong. Nitrogen application in late stage could stave protein separation in flag leaves. Soluble protein in flag leaves was relatively high at disparate fertilization. Fertilization in late stage that could prolong leaves function stage; nitrogen application speed up MDA capitulation, was relative low with disparate fertilization. MDA content was lower in three-time application than two-time application.

Key word: fertilization; wheat; flag leave; physiological indices; yield