

# 不同施氮比例和时期对冬小麦氮素利用的影响

赵广才<sup>1</sup>, 李春喜<sup>2</sup>, 张保明<sup>1</sup>, 王崇义<sup>1</sup>

(1 中国农业科学院作物育种栽培研究所, 北京 100081; 2 河南师范大学 生物系, 河南 新乡 453002)

**摘要:** 利用<sup>15</sup>N 同位素示踪技术研究不同施肥处理对小麦各器官氮素含量、NDFR(氮素含量来自肥料氮的百分比)、植株的氮素利用率以及产量和蛋白质含量的影响。结果表明: 在收获期小麦各器官的含氮量为子粒> 叶片> 根系> 叶鞘> 颖壳; 各器官的 NDFR 以根系最多, 其次为子粒和茎秆; 以增加底肥的比例和分次追肥处理的植株氮素利用率较高; 以分次追肥处理的产量最高; 以增加追肥比例处理的子粒蛋白质含量最高。

**关键词:** 冬小麦; 施氮; 氮素利用; <sup>15</sup>N 示踪

中图分类号: S512.110.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2000)03-0099-04

对于小麦施肥问题的研究已有很多报道<sup>[1~3]</sup>, 合理的施肥对提高产量和品质有重要意义。对于肥料利用率的研究也有不少报道<sup>[4~6]</sup>, 利用<sup>15</sup>N 同位素示踪技术研究小麦各器官的氮素吸收及利用较为可靠。本研究是在前文<sup>[7]</sup>研究的基础上, 在施肥总量相同的条件下采用不同底肥和追肥的比例, 以及不同的追肥时期等措施, 利用<sup>15</sup>N 同位素示踪技术研究氮素肥料的利用及不同施肥处理对子粒产量和蛋白质含量的影响, 为进一步研究合理施肥及节本增效高产优质栽培技术提供參考。

## 1 材料和方法

试验于 1997~ 1998 年在河南省卫辉市唐庄镇双兰村试验基地进行。供试小麦品种为温麦 6 号, 盆栽种植。供试塑料盆直径 26 cm, 高 28 cm, 盆底打孔, 每盆装土 15 kg。所用土壤养分含量为: 有机质 14.3 g/kg, 全氮 0.87 g/kg, 五氧化二磷 41 mg/kg, 氧化钾 138 mg/kg, 有效硼 0.54 mg/kg, 有效锌 1.18 mg/kg。试验所用肥料为(<sup>15</sup>NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 丰度为 10.30%。

试验分 6 个处理: A 为每盆底施 4 g 上述<sup>15</sup>N 标记的硫酸铵, 春 5 叶露尖时(药隔期)追施硫酸铵 4 g; B 为底肥与 A 相同, 开花期追施硫酸铵 4 g; C 为底肥同 A, 春 5 叶露尖时追施硫酸铵 3 g, 开花期追肥 1 g; D 为底施 3.2 g 硫酸铵, 春 5 叶露尖时追施 4.8 g; E 为底施 4.8 g 硫酸铵, 春 5 叶露尖时追施 3.2 g; F 为对照(ck)不施肥。各施肥处理均用<sup>15</sup>N 标记的硫酸铵, 底肥均为把肥料施入盆中土表下 0~ 10 cm 处, 然后搅匀, 追肥则为表施后立即浇水。播种期为 10 月 10 日, 每盆留苗 10 株, 每处理设重复, 生长期防病治蚜 2 次。收获时按盆连同根系取出全部植株, 并把土壤中的残留根系拣出, 分株考种。按植株不同器官取样, 于 80 °C 烘箱内烘至

收稿日期: 1999-03-29

基金项目: 国家“九五”重中之重科技攻关项目(95-001-02-14)

作者简介: 赵广才(1951-), 男, 副研究员, 硕士, 主要从事作物栽培研究方向的工作。

恒重后称重,然后分样粉碎,由中国农业科学院原子能利用研究所测定各样品全氮及<sup>15</sup>N 丰度。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦各器官及土壤中的含氮量及其 NDFF

小麦不同器官的含氮量有很大差异,从表 1 可见,在收获时,不同器官的含氮量为子粒> 叶片> 根系> 叶鞘> 颖壳,施肥处理的植株各器官含氮量均高于对照。不同器官的 NDFF 以根系最多,其次为子粒和茎秆,再次叶片、叶鞘和颖壳,土壤中的 NDFF 则仅有 1.75%。

表 1 小麦收获期不同器官及土壤的含氮量及 NDFF

处理	项目	根系	茎秆	叶片	叶鞘	颖壳	子粒	土壤
施肥	含氮量(%) <sup>*</sup>	1.060	0.480	1.864	0.807	0.764	2.399	0.090
	NDFF(%) <sup>*</sup>	26.21	20.90	19.16	20.27	19.02	21.06	1.75
对照	含氮量(%)	0.970	0.440	1.790	0.792	0.740	2.240	0.075

<sup>\*</sup> 施肥处理的平均值

### 2.2 不同处理对小麦各器官 NDFF 的影响

在施氮总量相同的情况下,不同的底肥和追肥比例以及不同的追肥时期对小麦收获时期各器官的 NDFF 有不同影响。

从表 2 可见,处理 E 增大了底肥比例,除茎秆外,其他各器官的 NDFF 均比其余处理高。处理 B 的追肥时期放在开花期,比其他处理晚,除根系和子粒外,其他器官的 NDFF 比其

表 2 不同处理小麦各器官的 NDFF

处理	根系	茎秆	叶片	叶鞘	颖壳	子粒
A	24.14	18.10	19.52	19.65	16.62	19.55
B	24.97	17.97	15.49	18.62	15.71	20.30
C	27.44	21.68	20.17	20.12	20.29	22.15
D	24.53	25.41	19.62	20.30	19.09	20.37
E	29.98	22.36	21.02	22.67	23.37	22.93

他一次追肥的处理低。处理 C 是把追肥分做两次用,其各器官的 NDFF 均比追肥比例相同而用作一次追肥的处理 A 和 B 有所提高。

### 2.3 不同处理的氮素利用率及植株—土壤系统氮素平衡

不同的施肥处理影响了植株各器官的含氮量及其来自肥料氮的百分比,同时也影响了植株的生物量,因此导致了植株对肥料氮素利用率的差异。从表 3 可知,增加底肥的比例(E),可以提高小麦植株对肥料的利用率,减少土壤中氮素残留量。在底肥和追肥比例相同的处理中(A, B, C),推迟追肥时期(B)使植株肥料利用率有所降低,而土壤残留率明显增加。处理 C 是把追肥做拔节期和开花期 2 次施用,其植株氮素利用率明显比处理 A 和 B 提高,土壤残留率降低。处理 D 增加了追肥

比例,但其追肥时间较处理 B 早,故其土壤残留量明显低于处理 B,而处理 B 虽然植株利用率低,但其土壤残留率最高,导致氮素回收率也较高。不同处理的氮素损失率在 29.59%

表 3 不同处理植株—土壤系统的氮素平衡

处理	植株氮素利用率	土壤残留率	氮素回收率	损失率
A	26.35	31.23	57.58	42.42
B	23.80	46.61	70.41	29.59
C	32.78	21.81	54.59	45.41
D	28.78	30.63	59.41	40.59
E	30.86	17.91	48.77	51.23

~ 51.23%。

2.4 不同施肥处理对子粒产量和蛋白质含量的影响

本试验中, 虽然施肥处理(除对照)的施氮总量相同, 由于追肥比例和时期的不同, 导致子粒产量和蛋白质含量有所差异。从表 4 可见各施肥处理均比对照明显提高了产量, 增产幅度为 26.14%~ 55.49%。子粒蛋白质含量也比对照有明显提高, 增加幅度为 1.21~ 1.71 个百分点。各施肥处理间以分次追肥(处理 C)产量最高, 可见这种施肥处理对提高产量是有利的; 其次为增加底肥比例的处理 E, 可能是由于增施底肥对苗期生长有利, 其分蘖和成穗均较多, 导致产量较高。同样是底肥和追肥比例相同的处理(A, B, C), 处理 B 产量最低, 可能是由于追肥过晚造成的。不同施肥处理之间以处理 D 子粒蛋白质含量最高, 这可能与增加了追肥比例有关。其余施肥处理间子粒蛋白质含量差异不大。在本试验中子粒产量和蛋白质含量呈正相关,  $r=0.78$ , 达到 10% 显著水平。子粒蛋白质含量与蛋白质产量呈显著正相关,  $r=0.86^*$ , 子粒产量与子粒蛋白质产量呈极显著正相关,  $r=0.99^{**}$ 。

表 4 不同处理的子粒产量和蛋白质含量

处理	产量(g/盆)	蛋白质含量(%)
A	74.52	13.57
B	64.27	13.58
C	79.22	13.52
D	70.46	14.02
E	76.41	13.67
ck	50.95	12.31

3 讨论

小麦各器官的氮素含量有很大差异, 而在不同生育时期各器官的含氮量也是在不断变化的。张立言等<sup>[3]</sup>曾做过类似的研究, 但未报道根系的情况, 实际上根系的氮素残留量也是很高的, 仅次于子粒和叶片, 而高于茎秆、叶鞘和颖壳。各种施肥处理的小麦器官氮素残留量均比不施肥的对照有所提高。

在收获时小麦各器官的氮素含量来自肥料氮的比例不同。本试验中以根系的 NDFE 最多, 其次为子粒和茎秆, 这与我们前一年试验<sup>[7]</sup>中所得的结果相似。而收获时土壤中的氮素含量来自肥料氮的百分比很小。不同的施肥处理对各器官的 NDFE 有一定影响, 本试验中增加底肥的比例, 提高了各器官的 NDFE, 但并非提高了各器官的氮素含量, 其原因还有待进一步研究。

不同施肥处理对植株的氮素利用率有较大影响。本试验中以底肥和追肥比例为 5:5 时, 追肥分次施用的处理植株氮素利用率最高, 其次为底肥和追肥比例为 6:4 的处理, 可能与这两个处理对小麦生长发育有利而最终子粒产量较高有关。而这两个处理的土壤氮素残留率也较低。魏秀梅等<sup>[5]</sup>曾报道在不同深度追氮的试验中, 肥料氮素利用率与损失率呈极显著负相关, 在陈清等<sup>[6]</sup>人的试验中, 随施氮量增加, 小麦的氮素利用率逐渐降低, 而损失率并没有出现逐渐增加的趋势。在本试验中, 底施和追施氮肥的不同比例, 导致了氮素利用率的差异, 但与其与损失率未表现出明显的相关性, 可能与土壤的残留量不同有关。可见不同的肥料种类以及不同的施肥处理导致的肥料利用率和损失率的关系并不确定, 有待进一步探讨。

关于子粒产量和蛋白质含量与施肥处理的关系有很多研究, 一般认为在一定范围内增施氮肥可以有效地提高产量和蛋白质含量, 本试验结果是在施肥总量相同的前提下, 分次追肥和增加底肥比例的处理产量较高, 而增加追肥比例的处理子粒蛋白质含量较高。分次追肥可能

是既保证了营养器官和生殖器官各时期的氮肥需要,又满足了后期子粒灌浆期的需肥要求而提高了产量;提高底肥比例可能对促进合理群体有一定益处,因而增蘖增穗提高产量。增大追肥比例的处理子粒蛋白质含量较高,可能是由于满足了子粒灌浆期的氮肥需要,而促进了蛋白质含量的提高,但在底肥比例相同的条件下,推迟追肥时期其蛋白质含量略有提高。本试验只是在相同施肥量的情况下进行研究,未涉及适当的施肥总量的问题,也有待进一步探讨。

鸣谢:刘利华、杨玉双同志参加了部分田间试验及室内分析工作,特此致谢!

## 参考文献:

- [1] 张锦熙,刘锡山. 小麦叶龄指标促控法管理体系[J]. 中国农业科学, 1987, (专辑): 21-26.
- [2] 赵广才. 冬小麦子粒发育中蛋白质和氨基酸含量的变化及喷氮效应的研究[J]. 中国农业科学, 1989, 22(5): 25-34.
- [3] 张立言,张建平,李雁鸣,等. 中国小麦栽培研究新进展[M]. 北京: 农业出版社, 1993. 237-245.
- [4] 陈子元,温贤芳,胡国辉. 核技术及其在农业科学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 1983.
- [5] 魏秀梅,左东峰. 冬小麦氮肥深浅追施对氮素利用率和磷钾吸收量的影响[J]. 核农学通报, 1996, 17(5): 233-235.
- [6] 陈清,温贤芳,郑兴耘,等. 灌溉条件下施氮水平对土壤-作物系统中肥料氮素去向的影响[J]. 核农学报, 1997, 11(2): 97-102.
- [7] 赵广才,张保明,王崇义. 应用 $^{15}\text{N}$ 研究冬小麦各部位氮素分配利用及施肥效应[J]. 作物学报, 1998, 24(6): 854-858.

# Effects of Different Proportion and Stage of Nitrogen Application on Nitrogen Utilization in Winter Wheat

ZHAO Guang cai<sup>1</sup>, LI Churr xi<sup>2</sup>, ZHANG Bao ming<sup>1</sup>, WANG Chong yi<sup>1</sup>

(1 Institute of Crop Breeding and Cultivation, CAAS, Beijing 100081, China;

2 Biology Department, Henan Normal University, Xinxiang 453002, China)

**Abstract:** This paper studies the effects of different treatments on nitrogen content in various organs, NDFF (percentage of nitrogen content from nitrogen in fertilizer) of plant, the nitrogen utilizing coefficient of plant, grain yield and protein content in winter wheat by  $^{15}\text{N}$  tracer technique. The main results showed that the nitrogen content in various organs ranked from high to low as follows: grain, leaf, root, sheath and chaff in wheat at harvest stage. The NDFF was the highest in root, the second in grain and culm; the nitrogen utilizing coefficient of plant was higher in treatment E (nitrogen bottom application; additional nitrogen= 6:4) and C (additional nitrogen used in two times). The grain yield was highest in treatment C, and the grain protein content was highest in treatment D (nitrogen bottom application: additional nitrogen= 4:6).

**Key words:** Winter wheat; Nitrogen application; Nitrogen utilization;  $^{15}\text{N}$  tracer