

长效氮肥一次基施 对覆膜冬小麦的肥效研究*

邱慧珍

(甘肃农业大学资源环境系, 兰州 730070)

摘要 针对地膜覆盖栽培作物因追肥困难引起的生育后期脱肥问题, 对不同种类的长效氮肥在覆膜冬小麦上一次基施的肥效进行了田间试验。结果表明, 两种长效尿素一次基施分别比普通尿素增产 10.5% 和 12.4%, 籽粒氮素利用率提高 10.1 和 10.9 个百分点, 氮素生产指数提高 3.9 kg 和 4.6 kg。长效碳铵的肥效和普通尿素相当, 比普通碳铵增产 6.6%, 籽粒氮素利用率提高 5.8 个百分点, 氮生产指数增加 2.3 kg。在收获前 2 周进行的部分生物学性状调查结果表明, 两种长效尿素处理的小麦绿叶指数和旗叶面积分别比普通尿素增加 18.5%、25.9% 和 34.8%、34.5%; 长效碳铵比普通碳铵增加 12.3% 和 42.9%。长效氮肥通过缓慢释放氮素, 延缓叶片衰老和增大功能叶面积, 从而提高小麦籽粒产量和对化学氮肥的氮素利用率。

关键词 长效氮肥, 一次基施, 覆膜冬小麦, 籽粒氮素利用率, 绿叶指数

中图分类号 S143.1, S512.1

我国是世界上氮肥用量最大的国家, 施入农田的氮肥量还将进一步增加^[1,2]。尿素和碳酸氢铵是我国氮肥的主体品种, 但二者均存在氨挥发、硝酸盐淋溶损失严重、肥效期短等问题。加之现行不合理的氮肥施用方式和技术, 致使我国化学氮肥的当季利用率平均只有 30% ~ 40%, 同时还引发了一系列严重的环境问题^[3~5]。通常情况下, 我国农民习惯采用“基肥+追肥”的模式施用氮肥, 这种施肥模式较易获得高产稳产, 但在简化栽培和地膜覆盖栽培实践中, 存在明显的不足^[6]。

地膜覆盖栽培技术由于其独特的增温、保墒等特点, 在西北地区广为应用, 但由于追肥难以操作, 容易导致作物生育中后期脱肥和早衰, 严重影响产量^[7,8]。此外, 露地栽培作物也常因降水或灌溉水不足而导致追肥困难。这些问题的出现对现有氮肥品种和施用方法提出了新的要求, 亟待研制开发适合当前农业生产需求的新型氮肥品种。

长效氮肥是一类在普通氮肥生产过程中通过添加脲酶抑制剂或硝化抑制剂以及氨稳定剂共结晶而成的新型改性肥料。它们既保持了原有的优点, 又克服了氨挥发和硝酸盐淋溶损失严重、氮素利用率低、肥效期短等缺点, 可作为基肥一次施入^[9,10,15]。

冬小麦地膜覆盖栽培技术正在西北地区大力推广, 长效氮肥在一次基施的条件下能否满足小麦全生育期对氮素的需求, 尚未见报道。本文就长效尿素和长效碳铵在覆膜冬小麦上的肥效以及小麦对氮素吸收利用特点研究进行了报道, 以期能为西北地区冬小麦地膜覆盖栽培提供理想氮肥品种和合理、有效、简便的施肥模式。

1 材料与与方法

试验在甘肃省中部的静宁县进行, 供试土壤为黄棉土, 基本农化性状为: pH 8.0, 有机质 10.8 g kg⁻¹, 全氮(N) 0.81 g kg⁻¹, 碱解氮(N) 50.6 mg kg⁻¹, 有效磷(P) 8.3 mg kg⁻¹, 速效钾(K) 174 mg kg⁻¹。

试验处理 6 个: (1) CK(对照); (2) UA(普通尿素, 含 N 46%); (3) MUA1(国产长效尿素, 含 N 46.4%); (4) MUA2(德国产长效尿素, 含 N 46.1%); (5) AB(普通碳铵, 含 N 17%); (6) MAB(长效碳铵, 含 N 17.1%)。

* 中国科学院兰州分院择优基金资助项目(编号: LFJ 97-04-02)

收稿日期: 2001-11-09; 收到修改稿日期: 2002-05-08

各处理等氮量, 施氮量为 $N 120 \text{ kg hm}^{-2}$; 所有小区均施磷肥 $P_2O_5 70 \text{ kg hm}^{-2}$ (过磷酸钙, $P_2O_5 10.5\%$)。不施有机肥, 所有肥料均作为基肥于播种前一次施入。试验所用国产肥料均由甘肃省张掖地区化肥厂提供, 德国长效尿素由德国 SKW 公司提供。小区面积 24 m^2 , 重复 3 次, 随机区组排列。供试作物为冬小麦庄浪 9 号, 1999 年 9 月 28 日播种, 2000 年 7 月 10 日收获, 生育期 280 天。

各生育时期的采样分小区进行, 每小区随机拔取 20 株, 制成混合样, 样品在 105°C 杀青后于 75°C 烘干至衡重, 粉碎待用。小麦成熟时分小区单收单打, 分别计产。在每小区内随机抽取 15 株, 用于考种和分析。

样品氮含量的测定: $H_2SO_4-H_2O_2$ 消煮, 凯氏法测定^[11]。

所有数据用 SAS (Windows v 6.12) 分析统计软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 长效氮肥对覆膜冬小麦产量及其构成因素和干物质累积的影响

试验结果表明, 各种长效氮肥在一次基施的条件下, 对覆膜冬小麦具有明显的增产作用(表 1)。

表 1 不同氮肥处理的籽粒产量及其产量构成因素

Table 1 The effects of different treatments on wheat grain yield and its components

处理 Treatment	籽粒产量 Grain yield (kg hm^{-2})	株高 Plant height (cm)	穗长 Ear length (cm)	穗粒数 Grain per ear (粒)	千粒重 1000-Grain wt. (g)
MUA2	4965.8a	105.0a	8.4a	42.0a	41.2a
MUA1	4884.2a	102.7a	8.0b	40.5a	40.8a
UA	4421.7b	94.8b	7.8b	33.6b	39.6b
MAB	4407.0b	104.0a	8.1ab	35.5b	38.9c
AB	4134.0c	92.0b	7.0c	30.8c	38.4c
CK	3455.7d	81.0c	6.2d	23.0d	36.1d

注: 表中小写字母表示在 0.05 水平上的差异

从表 1 结果可以看出, 两种长效尿素(MUA2 和 MUA1) 在一次基施的条件下, 对覆膜冬小麦有明显的增产作用, 二者分别比普通尿素(UA) 增产 12.4% 和 10.5%。德国长效尿素 MUA2 和国产长效尿素 MUA1 间无明显差异。长效碳铵(MAB) 的产量和 UA 相当, 比普通碳铵(AB) 增产 6.6%。

分析各处理的产量构成因素可以看出, 长效尿素主要通过增加穗粒数和千粒重增加籽粒产量。MUA2 和 MUA1 处理的穗粒数分别比 UA 处理的多 8.4 粒和 6.9 粒, 增加了 25.0% 和 20.5%, 千粒重分别增加了 1.6 g 和 1.2 g。表 1 结果表明, 两种长效尿素与普通尿素在穗粒数和千粒重上的差异均达到显著水平。

长效碳铵的增产作用则主要来自穗粒数, 从表 1 结果可以看出, MAB 处理的穗粒数比 AB 处理的多 4.7 粒, 增加了 15.3%。这一结果和张志明等^[12] 就长效碳铵在北京市露地栽培的冬小麦上于返青期追施的研究结果相同。但在返青期追施的增产幅度 (12.46% ~ 18.13%) 远大于本试验条件下的 6.6%。由此可见, 对覆膜种植条件下的冬小麦, 要实现氮肥一次基施免追肥, 长效碳铵不能满足其高产要求, 如要保证 10% 以上的增产量, 在施肥的经济投入与长效碳铵基本相同的条件下, 长效尿素应该是较为理想的品种。

为了解冬小麦在不同氮肥处理中的生长进程, 我们于不同生育时期采植株样, 分析干物质积累情况, 结果见表 2。

表 2 结果表明, 各氮肥处理之间从小麦越冬前就表现出差异, 这种差异在拔节期后日趋明显, 以抽穗期和成熟期差异最大。在抽穗期, MUA2 和 MUA1 的干物重分别比 UA 增加了 45.4% 和 31.7%; MAB 比 AB 增加了 13.5%。在成熟期, MUA2 和 MUA1 的生物产量分别比 UA 增加了 41.9% 和 12.2%, 籽粒产

量分别增加了 35.5% 和 9.6%; MAB 的生物产量比 AB 增加了 19.5%, 籽粒产量增加了 1.1%。

表 2 不同生育时期小麦植株的干物质积累

Table 2 Dry matter of wheat Plant at different growth stages

处理 Treatment	生育时期 Growth stage					
	冬前时期(15/11) Before winter	拔节期(15/04) Jointing	抽穗期(26/05) Spouting	成熟期(13/07) Ripening		
				茎叶 Stem and leaf	籽粒 Grain	茎叶: 籽粒 Ratio
g plant ⁻¹						
MUA2	0.21	0.59	2.61	3.27	2.00	1.64
MUA1	0.15	0.75	2.36	2.55	1.61	1.58
UA	0.21	0.54	1.79	2.24	1.47	1.52
MAB	0.18	0.52	1.76	1.87	1.30	1.43
AB	0.17	0.52	1.55	1.47	1.18	1.25
CK	0.15	0.45	1.07	1.45	1.21	1.20

从表 2 结果还可以看出, 在越冬前, 国产长效尿素 MUA1 的干物质产量明显低于 MUA2 和 UA, 这可能是 MUA1 中各种抑制剂的加入量和比例不利于其中氮素在冬前的释放, 这也是 MUA1 籽粒产量低于 MUA2 的原因之一。保证越冬前有一定的生物量是冬小麦安全越冬、提高单株成穗数、争取穗大的基础, 是获得高产的重要保证。因此, 为保证覆膜冬小麦在越冬前的生长, MUA1 可配合一定量速效氮肥的施用。

2.2 覆膜冬小麦对长效氮肥中氮素的吸收和利用

试验结果表明, 长效氮肥不仅可提高作物产量, 更重要的是可提高小麦植株对氮肥中氮素的吸收和利用效率(表 3)。

表 3 不同处理对小麦氮素吸收和利用的影响

Table 3 The effects of different treatments on nitrogen uptake and utilization

处理 Treatment	籽粒氮含量 N content in grain (g kg ⁻¹)	籽粒氮吸收 N uptake in grain (N kg hm ⁻²)	籽粒氮利用率 N use efficiency in grain (%)	氮生产指数 ¹⁾ N productivity index (kg kg ⁻¹)
MUA2	24.1	119.68a	31.48a	12.59a
MUA1	24.3	118.69a	30.66a	11.91a
UA	24.1	106.56b	20.55b	8.04b
MAB	23.9	105.33b	19.52b	7.94b
AB	23.8	98.39c	13.74c	5.66c
CK	23.7	81.90d	—	—

注: 表中小写字母表示在 0.05 水平上的差异

1) 氮生产指数: 施用每 kg 氮肥(养分)增加的小麦籽粒产量

从表 3 所列结果可以看出, 长效氮肥处理中小麦籽粒对氮素的吸收和利用明显高于普通氮肥。MUA1 和 MUA2 处理的籽粒氮素利用率分别比 UA 处理增加了 10.1 和 10.9 个百分点; 氮生产指数分别增加了 3.9 kg 和 4.6 kg, 增加幅度为 48.13% 和 56.59%。MAB 处理的籽粒氮素利用率比 AB 增加了 5.8 个百分点, 氮生产指数增加了 2.3 kg, 增加幅度为 40.28%, 效果和 UA 相当。氮素利用率和氮生产指数的提高, 使施入土壤中的氮素大量被植物所吸收利用, 通过各种途径从土壤中的损失减少, 从而减轻了

对环境的污染,这可通过冬小麦在不同生育时期的吸氮特征(表 4)进一步说明。

表 4 不同生育时期小麦植株的氮含量和氮吸收

Table 4 Nitrogen concentration and uptake in wheat Plant at different growth stages

处理 Treatment	生育时期 Growing stage							
	冬前时期 Before winter		拔节期 Jointing		抽穗期 Spouting		成熟期 Ripening	
	氮含量 Conc.	吸氮量 Uptake	氮含量 Conc.	吸氮量 Uptake	氮含量 Conc.	吸氮量 Uptake	氮含量 Conc.	吸氮量 Uptake
	(g kg ⁻¹)	(N mg plant ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(N mg plant ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(N mg plant ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(N mg plant ⁻¹)
MUA2	32.7	6.97	23.6	13.84	6.2	16.25	2.6	8.44
MUA1	34.8	5.19	21.4	15.98	6.2	14.60	2.6	6.53
UA	31.1	6.53	19.5	10.46	5.6	9.98	2.7	5.93
MAB	31.9	5.69	19.4	10.02	5.5	9.66	2.6	4.77
AB	37.8	6.47	18.8	9.79	5.2	8.06	2.7	3.92
CK	31.0	4.50	17.2	7.67	4.7	5.04	2.6	3.78

一般认为,冬小麦有两个吸氮高峰,一个是从分蘖到越冬,所吸收氮量约占总吸氮量的 13% 左右,另一个是从拔节到孕穗期,吸氮量约占总吸氮量的 40% 左右^[13]。由表 4 结果可知,在越冬前,MUA2 处理的吸氮量远高于其它处理,这可能是 MUA2 籽粒产量最高的主要原因。MUA1 在这一时期未表现出优势。

拔节孕穗期是小麦一生中吸氮量最多的时期,也是决定小麦穗粒数和籽粒容积的关键时期。充足的氮素供应可促进穗分化,增加小穗数和穗粒数,促进其它器官的协调发育。从表 4 结果可以看出,在这一时期,MUA1 和 MUA2 的氮含量和氮吸收量分别比 UA 增加 9.74%、21.03% 和 52.7%、32.27%。这种差异在抽穗期更为明显,特别是植株的吸氮量,MUA1 和 MUA2 处理分别比 UA 处理增加了 46.34% 和 62.95%。

上述结果说明,MUA1 和 MUA2 均能在小麦的两个氮素吸收高峰期释放较多氮素,以保证小麦吸收。所以它们是覆膜冬小麦实现氮肥一次基施免追肥,并保证高产的理想用肥。

长效碳铵处理植株的氮含量和吸氮量和长效尿素处理有所不同。在越冬以前,由于抑制剂的作用,MAB 处理植株的氮含量和吸氮量均比 AB 处理低。但从拔节期以后,则表现出相反的趋势,特别是在抽穗期和成熟期的植株吸氮量,MAB 处理分别比 AB 高 19.84% 和 21.75%,和 UA 基本相当。

2.3 长效氮肥对延长覆膜冬小麦叶片功能期的影响

据报道,在作物生育后期,叶片功能期每延长一天,产量可增加 2%^[14]。在收获前 2 周进行的生物学性状测定结果(表 5)表明,长效氮肥可显著增加小麦的旗叶面积和绿叶指数。

表 5 不同处理的旗叶面积和绿叶指数

Table 5 The flag leaf area and green leaf index of different treatment

处理 Treatment	旗叶面积 Flag leaf area (cm ²)	绿叶指数 Green leaf index
MUA2	30.47a	0.68a
MUA1	30.54a	0.64ab
UA	22.66b	0.54d
MAB	29.88a	0.61b
AB	20.91c	0.57c
CK	10.46d	0.51d

注:表中小写字母表示在 0.05 水平上的差异

表5结果表明,长效氮肥的旗叶面积和绿叶指数显著大于普通氮肥。MUA1和MUA2处理的旗叶面积和绿叶指数分别比UA处理增加了34.8%、34.5%和18.5%、25.9%。MAB处理的旗叶面积和绿叶指数显著大于AB处理,分别增加了12.3%和42.9%,尤其是绿叶指数和两种长效尿素相近。

长效氮肥之所以能增大小麦的期叶面积和绿叶指数,是因为其氮素供应可一直持续至成熟期。充足的氮素营养通过调节细胞内激素平衡、改善光合机构的自身运转平衡状态,减少了细胞中对生物体具有强烈伤害作用的活性氧的产生速率和积累数量,提高了活性氧清除酶的活力^[14],由此在很大程度上延缓了旗叶的衰老和光合功能衰退,延长了旗叶的光合功能期,提高了小麦产量。

致谢 本文承蒙沈其荣教授修改,谨此致谢。对试验工作给予大力支持的甘肃省平凉地区农业科学研究所周广业等同志也表示衷心感谢。

参考文献

1. 李庆逵,朱兆良,于天仁. 中国农业持续发展中的肥料问题. 南昌:江西科学技术出版社,1998. 1~21
2. 谢建昌. 世界肥料使用的现状与前景. 植物营养与肥料学报,1998,4(4): 321~330
3. 奚振邦. 关于化肥利用率及其提高问题. 见:中国土壤学会编. 中国土壤学在前进. 北京:中国农业科技出版社,1995. 37~40
4. 朱兆良. 农田中氮肥的损失与对策. 土壤与环境,2000,9(1): 1~6
5. 张福锁,马文奇. 肥料投入水平与养分资源高效利用的关系. 土壤与环境,2000,9(2): 154~157
6. 邱慧珍. 改性氮肥对传统施肥制度的挑战——从覆膜农业在甘肃粮食生产中的地位和作用看改性氮肥的发展前景. 见:中国农学会编. 中国青年农业科学学术年报. 北京:农业出版社,1999. 709~714
7. 兰念军. 地膜小麦种植中出现的技术问题及对策. 甘肃农业科技,1997,9: 5~6
8. 李守谦. 在我国北方麦区扩大示范推广地膜小麦栽培技术的必要性及对策建议. 甘肃农业科技,1996,8: 4~6
9. 张志明,毕庶春,李继云. 长效碳铵特性与应用效益研究. 科学通报,1997,42(8): 874~878
10. 邱慧珍,等. 长效碳铵在覆膜农业中的应用. 见:化工部化肥工业信息总站,中国科学院南京土壤研究所,《化肥工业》编辑部编. 全国第三届农化服务暨新型肥料的开发应用交流会论文集. 1998. 208~218
11. 李西开主编. 土壤农业化学常规分析方法. 北京:科学出版社,1983. 79
12. 张志明,吴建繁,刘长安,等. 长效碳酸氢铵在北京市冬小麦上的施用效果. 土壤通报,1997,28(7): 12~15
13. 余松烈主编. 作物栽培学. 北京:中国农业出版社,1995
14. 肖凯,张荣铎,钱维朴. 氮素营养调控小麦旗叶衰老和光合功能衰退的生理机制. 植物营养与肥料学报,1998,4(4): 371~378

EFFECTS OF LONG-LASTING NITROGEN FERTILIZERS ON PLASTIC MULCHED WINTER WHEAT AS APPLIED BY BASAL DRESSING ALL IN ONE TIME

Qiu Hui-zhen

(*Department of Resources and Environmental Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China*)

Summary

Insufficient nutrient supply during later growth period in plastic mulched crops has been a big problem since top dressing is unpractical. The effects of different kinds of long-lasting urea (MUA1 and MUA2) and long-lasting ammonium bicarbonate (MAB) on plastic mulched winter wheat were compared with normal urea (UA) and normal ammonium bicarbonate (AB) applied as basal dressing all in one time in a field trial. As compared with UA, MUA1 and MUA2 were found to increase wheat grain yield by 10.5% and 12.4%, increase the nitrogen use efficiency (NUE) in grain by 10.1 and 10.9 percentage points, and the nitrogen productivity index (NPI) by 3.9 kg and 4.6 kg. MAB, the fertilizer effects of which was approximately equal to that of UA, was found to have an increase of grain yield by 6.6%, increase of NUE and NPI by 5.8 percentage points and 2.3 kg respectively compared with AB. Until two weeks before the harvest, MUA1, MUA2 and MAB kept the higher green-leaf index and the larger flag leaf area, increasing by 18.5%, 34.8%, 12.3%, and 25.9%, 34.5%, 42.90% respectively, which may contributed to the higher grain yield and nitrogen use efficiency.

Key words Long-lasting nitrogen fertilizer, Plastic mulched winter wheat, Basal dressing all in one time, Nitrogen use efficiency in grain, Green-leaf index