不同水肥处理对春小麦产量、品质和土壤硝态氮含量的影响*

董建力[a], 张学军[b], 李红霞[c], 陈晓群[b], 裘 敏[c]
(宁夏农林科学院 a 农业生物技术研究中心; b 农业资源与环境研究所, 宁夏 银川 750002; c 农作物研究所, 宁夏 永宁 750005)

[摘 要] 以强筋春小麦品种宁春 4 号为供试材料, 采用裂区试验设计, 研究了传统灌溉和节水灌溉条件下, 有机肥处理、增氮处理和减氮处理对春小麦产量、品质及土壤硝态氮含量的影响。结果表明: (1) 无论在传统灌溉条件下和节水灌溉条件下, 与有机肥处理相比, 增氮处理和减氮处理不仅能提高籽粒产量, 而且能提高小麦的品质; (2) 在传统灌溉条件下, 与增氮处理相比, 减氮处理能使籽粒产量提高 2.9%, 使沉降值提高 3.6 mL, 且降低了 0~180 cm 土层的 NO_3^--N 含量; (3) 在节水灌溉条件下, 与增氮处理相比, 减氮处理的沉降值提高 3.3 mL, 且降低了 0~30 cm 土层的 NO_3^--N 含量。

[关键词] 春小麦; 水肥处理; 产量效应; 品质效应; NO_3^--N 含量
[中图分类号] S512.1+2 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9387(2007)01-0077-04

Effect of different water and fertilizer treatments on the quality, yield of spring wheat and NO_3^--N content in soil

DONG Jian-li[a], ZHANG Xue-jun[b], LI Hong-xia[c], CHEN Xiao-quen[b], QIU Min[c]
(a Agricultural Bio-Technology Center; b Agricultural Resources and Environment Institute, Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002, China; c Crop Institute of Ningxia, Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yongning, Ningxia 750005, China)

Abstract: The research used Ningchun No. 4, one type of spring-wheat, as the experiment material, and applied split district design to study the influence of treatments of applying organic fertilizer, increasing the amount of nitrogen and decreasing the amount of nitrogen on the yield, quality of spring-wheat, and the content of nitrate nitrogen in soils under the conditions of traditional irrigation and water-saving irrigation. The results show that: (1) under both types of irrigation, compared with the treatment of applying organic fertilizer, the treatments of increasing and decreasing nitrogen could not only increase the yield of wheat but also improve the quality of the wheat; (2) under the traditional irrigation condition, compared with the treatment of nitrogen-increase, the decreasing nitrogen treatment could increase the wheat yield by 2.9%, increase the sedimentation value by 3.6 mL, and decrease the content of nitrate nitrogen in 0-180 cm soil layer; (3) under the water-saving irrigation, compared with the treatment of increasing nitrogen, the treatment of decreasing nitrogen could increase the sedimentation value by 3.3 mL, and also decrease the content of nitrate nitrogen in 0-30 cm soil layer.

Key words: spring-wheat; treatment of fertilization and irrigation; yield effect; quality effect; content of nitrate nitrogen

小麦产量和籽粒品质不仅受遗传因素控制, 而且还受生态环境和栽培措施影响[1-2]。氮是作物的主要限产因子之一, 随着氮肥用量的迅速增加, 我国农田生态系统中的氮盈余也不断增加, 过量施用氮肥

* [收稿日期] 2006-01-16
[基金项目] 国家自然科学基金项目(40261007)
[作者简介] 董建力(1956-), 男, 山西万荣人, 副研究员, 主要从事小麦生物技术育种研究。
[通讯作者] 张学军(1966-), 男, 宁夏银川人, 副研究员, 主要从事农作物土壤肥料研究。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

不仅使氮肥利用率下降,而且使氮肥损失的问题日益突出[3]。在高肥力土壤或高量施氮条件下,如何降低氮肥用量、提高作物的产量和品质、降低土壤 NO_3^--N 的残留引起了许多研究者的关注[4]。目前,有关不同施肥或不同灌水处理对小麦产量、品质影响的研究较多[5-7],而将施肥和灌水处理结合起来研究其对春小麦产量、品质及环境影响的研究较少。本试验探讨了水肥处理对春小麦产量、品质及土壤硝态氮含量的影响,以期为春小麦的高产栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验材料为宁夏灌区大面积种植的强筋春小麦品种宁春 4 号,由宁夏农林科学院农业生物技术研究中心提供。

1.2 试验设计

采用裂区试验设计,以水分因子为主处理,即设传统灌溉(4 530 m^3/hm^2)和节水灌溉(3 405 m^3/hm^2)2 种灌溉条件;以肥料因子为副处理,即设 1 个有机肥因子(3 265 kg/hm^2)和 3 个氮肥因子(0, 150, 120 kg/hm^2),共 8 个处理(表 1),其中以传统灌溉条件的不施肥处理 A1 为对照 1(CK1),以节水灌溉条件的不施肥处理 A2 为对照 2(CK2)。不同灌溉处理小区间用 1 m 深膜隔开。各处理的小麦播种量均相同(300 kg/hm^2)。试验采用随机区组排列,每处理重复 3 次。小区面积为 50 m^2。

表 1 春小麦水肥处理裂区试验设计

Table 1 Watering and fertilizing treatment of different water and fertilizer treatments on spring wheat

处理 Treatment	灌溉量/($m^3 \cdot hm^{-2}$) Irrigative amount	有机肥用量/($kg \cdot hm^{-2}$) Organic manure added	氮肥施用量/($kg \cdot hm^{-2}$) Nitrogen fertilizer added
A1(CK1)	4 530	0	0
B1	4 530	3 265	0
C1	4 530	3 265	150
D1	4 530	3 265	120
A2(CK2)	3 405	0	0
B2	3 405	3 265	0
C2	3 405	3 265	150
D2	3 405	3 265	120

1.3 试验地概况

本试验于 2003~2004 年在宁夏引黄灌区永宁县望远高新技术示范园区(东经 106°16′364″,北纬 38°22′308″)进行,该区属于典型的宁夏平原,地形平坦,土层深厚,海拔 1 200 m,属于温带干旱区,年平均气温 8.3 ℃。其光照充足,年平均降雨量 180.3 mm,60% 的降雨量集中在 7~9 月份。供试土壤为灌淤土。试验地土壤基本理化性质为:pH 8.38,含有机质 19.4 g/kg,全氮 1.5 g/kg,速效磷(P_2O_5)40.2 mg/kg,速效钾(K_2O)235.1 mg/kg。

本试验所用氮肥为尿素;有机肥为圈粪,其养分含量为:全氮 1.28 g/kg,全磷 1.62 g/kg,全钾 24.2 g/kg。

1.4 测定项目

1.4.1 土壤理化性状分析 于春小麦播种前,在试验地分别取 0~30, 30~60, 60~90, 90~120, 120~150 和 150~180 cm 土层土样,测定土壤 NO_3^--N 含量,并分析 0~30 cm 土层土壤中的有机质、全氮、速效磷、速效钾含量等土壤基本理化性状。小麦收获后,分别取不同处理、不同土层(0~30, 30~60, 60~90, 90~120, 120~150 和 150~180 cm)的土样测定土壤 NO_3^--N 含量。土壤 NO_3^--N 含量采用 0.1 mol/L $CaCl_2$ 浸提,连续流动分析仪测定;土壤有机质含量采用重铬酸钾法测定;土壤全氮含量采用 H_2SO_4-H_2O_2 消煮,凯式定氮法测定;土壤全磷含量采用钼锑抗比色法测定,土壤速效钾含量采用火焰光度法测定。

1.4.2 产量性状测定 小麦成熟时,每小区随机取 20 株考察穗粒性状(每穗小穗数、穗粒数、千粒重)。每小区收割 5 m^2,脱粒晒干后测定小麦籽粒产量。

1.4.3 品质分析[8] 小麦收获后,每小区随机取 100 g 籽粒样品进行品质分析。蛋白质含量和干面筋含量采用美国帝强近红外谷物分析测定仪测定;湿面筋含量采用 JZSM 面筋指数测定仪测定;沉降值采用 CAU-B 型沉降测试仪测定。

1.4.4 数据统计分析 数据采用 DPS 统计软件进行方差分析。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2　结果与分析

2.1　不同水肥处理对春小麦籽粒产量的影响

从表 2 可以看出, 在传统灌溉条件下, 减氮处理(D1)的籽粒产量最高, 为 8 900.44 kg/hm^2, 显著高于 CK1, C1, B1 处理($P < 0.05$), 分别较 CK1、增氮处理(C1)和有机肥处理(B1)增加 24.77%, 2.85% 和 15.19%。在节水灌溉条件下, 增氮处理(C2)的籽粒产量最高, 为 9 567.14 kg/hm^2, 较 CK2 增加 29.86% ($P < 0.05$); 减氮处理(D2)较 CK2 增加 14.9% ($P < 0.05$)。

表 2　不同水肥处理对春小麦籽粒产量的影响

Table 2　Effect of different water and fertilizer treatments on wheat yield

处理 Treatment	每穗小穗数 Spikelet number/spike	穗粒数 Grain number/spike	千粒重/g Kernel weight	籽粒产量/(kg·hm^{-2}) Grain yield
A1(CK1)	14 b	31 b	46.1 a	7 133.69 c
B1	15 b	29 c	44.3 b	7 727.05 c
C1	15 b	35 a	45.0 b	8 653.77 b
D1	16 a	36 a	44.0 b	8 900.44 a
A2(CK2)	15 b	28 c	46.0 a	7 367.03 c
B2	15 b	32 b	45.1 b	7 927.06 c
C2	16 a	35 a	45.5 b	9 567.14 a
D2	16 a	36 a	45.8 b	8 467.09 b

注: 同列数据后标相同字母者表示差异不显著($P > 0.05$), 不同小写字母者表示差异显著($P < 0.05$), 不同大写字母者表示差异极显著($P < 0.01$)。表 3 同。

Note: Means with the same letter in a same column indicate not significantly different ($P > 0.05$), different small letter in a same column indicate significantly differentc ($P < 0.05$), different small capital letter in a same column indicate extreme significantly differentce ($P < 0.01$). It is the same in Table 3.

小麦现单价按 1.70 元/kg 计算, 在节水灌溉条件下, 减氮处理(D2)的籽粒产量较 CK2 增加约 1 100 kg/hm^2, 每公顷增收 1 870 元。而在传统灌溉条件下, 减氮处理(D1)的籽粒产量较传统增氮处理(C1)增加 246.67 kg/hm^2, 每公顷增收 419.3 元。

2.2　不同水肥处理对春小麦品质的影响

从表 3 可以看出, 在传统灌溉条件下, 与减氮处理(D1)相比, 增氮处理(C1)的蛋白质含量、干面筋含量、湿面筋含量均较高, 但差异并不显著($P > 0.05$); 增氮处理(C1)的沉降值降低了 3.6 mL, 差异也不显著($P > 0.05$)。在节水灌溉条件下, 减氮处理(D2)的蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值分别较增氮处理(C2)高 0.2, 15.3 g/kg 和 3.31 mL, 但差异均不显著($P > 0.05$); 不同水肥处理的干面筋含量差异均不显著。

表 3　不同水肥处理对春小麦品质的影响

Table 3　Effects of different treatments on the quality of spring wheat

处理 Treatment	蛋白质含量/(g·kg^{-1}) Protein content	干面筋含量/(g·kg^{-1}) Drygluten content	湿面筋含量/(g·kg^{-1}) Wet gluten content	沉降值/mL Sedimentation value
A1(CK1)	103.8 bB	86.3 aA	173.7 bB	35.72 bA
B1	115.7 abAB	84.7 aA	206.7 abAB	40.96 abA
C1	126.6 aA	98.3 aA	264.3 aA	42.17 aA
D1	126.4 aA	80.0 aA	248.3 abAB	45.77 Aa
A2(CK2)	104.0 bB	79.7 aA	171.7 cA	37.32 cA
B2	114.9 abAB	84.7 aA	210.0 bcA	38.97 bcA
C2	123.8 aA	92.7 aA	234.0 abA	41.41 aA
D2	124.0 aA	89.3 aA	249.3 abA	44.72 abA

由表 3 还可知, 无论是传统灌溉还是节水灌溉条件下, 与对照(CK1, CK2)和有机肥处理(B1, B2)相比, 施氮处理总体上能明显提高小麦籽粒的品质; 与对照(CK1, CK2)相比, 有机肥处理能提高小麦籽粒的蛋白质含量、湿面筋含量和沉降值。

2.3　不同水肥处理对土壤硝态氮含量的影响

从图 1 可以看出, 在传统灌溉条件下, 0～180 cm 土层减氮处理(D1)时的 NO_3^--N 含量明显低于增氮处理(C1), 尤其在 0～60 cm 土层中表现得尤为明显。从图 2 可以看出, 在节水灌溉条件下, 0～30

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

cm 土层中减氮处理(D2)时的 NO_3^--N 含量低于增氮处理(C2)。

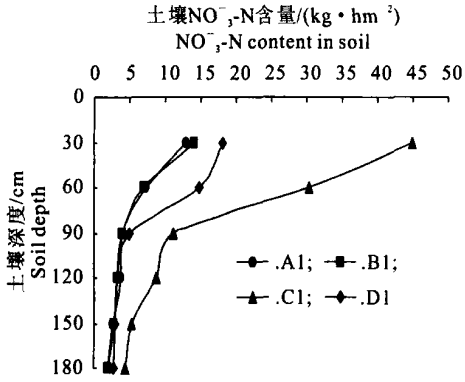

图 1 传统灌溉条件下不同水肥处理对土壤不同深度 NO_3^--N 的影响

Fig. 1 Change of NO_3^--N under traditional irrigation

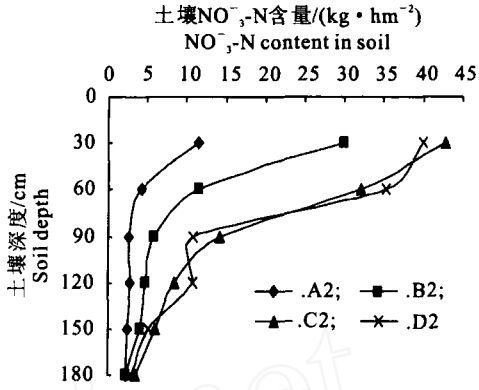

图 2 节水灌溉条件下不同水肥处理对不同土层 NO_3^--N 的影响

Fig. 2 Change of NO_3^--N in the soil by fertilizing treatment in the case of water-saving irrigation

3 讨 论

本研究结果表明, 传统灌溉条件下, 增氮处理(C1)的小麦籽粒产量显著低于减氮处理(D1)。说明水分和氮肥过多会造成小麦茎、叶生长过旺, 使无效分蘖增多, 虽消耗了大量的营养, 但因每穗小穗数和穗粒数减少而减产。节水灌溉条件下, 增氮处理(C2)的籽粒产量显著高于减氮处理(D2)。说明当土壤水分含量较少时, 土壤中的养分浓度较传统灌溉土壤养分浓度大, 根系吸水的同时吸收的养分较多。

有研究[6]表明, 沉降值是评价面筋强度和烘烤品质的重要指标。本研究中, 在 2 种灌溉条件下, 增氮处理(C1, C2)和减氮处理(D1, D2)的蛋白质含量、干面筋含量和湿面筋含量均比较接近。而在传统灌溉和节水灌溉条件下, 减氮处理(D1, D2)的沉降值较相同灌水条件下的增氮处理(C1, C2)分别高 3.6 和 3.3 mL, 说明适当减氮能提高小麦籽粒的品质。

本研究结果表明, 在 0～180 cm 土层, 传统灌溉条件下增氮处理(C1)的 NO_3^--N 含量较减氮处理(D1)明显增加, 说明在传统灌溉条件下, 增氮措施既造成大量氮肥随水渗入地下深层而损失, 又对地下水造成一定程度的污染。在节水灌溉条件下, 与增氮处理(C2)相比, 减氮处理(D2)降低了 0～30 cm 土层中的 NO_3^--N 含量, 说明采取适当的节水灌溉和减氮措施, 不仅能够提高氮肥利用率, 而且能够减少土壤中 NO_3^--N 的累积。

综上所述, 无论是传统灌溉还是节水灌溉, 水肥互作可明显提高小麦的产量和品质, 这与前人的研究结果相似[6-9]。由此可知, 节本增效的高产优质栽培技术潜力很大, 今后应对节水条件下, 有机肥和化肥配施对产量效应、品质效应和环境效应的影响进行研究, 找出最佳的配套栽培模式, 为农业"两高一优"和可持续发展提供科技支撑。

[参考文献]

[1] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.

[2] 康立宁, 魏益民, 欧阳韶晖. 基因型与环境对小麦品种粉质参数的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(1): 91-95.

[3] 刘学军, 巨晓棠, 张福锁, 等. 减量施氮对冬小麦-夏玉米种植体系中氮利用与平衡的影响[J]. 应用生态学报, 2004, 15(3): 458-462.

[4] 范丙全, 胡春芳, 平建立, 等. 灌溉施肥对壤质潮土硝态氮淋溶的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(1): 16-21.

[5] Singh B K, Jain G L. Effect sowing timing, irrigation and nitrogen on yie1d and quality of durumwheat (*Triticum durum*)[J]. Indian Journal of Agricultural SCience, 2000, 70(8): 532-533.

[6] 赵广才, 何中虎, 刘利华, 等. 肥水调控对强筋小麦中优 9507 品质与产量协同提高的研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(3): 351-356.

[7] Ravindra S B, garwal S K, Jat M L. Ouality of wheat (*Triticum aestirum* L.) and nutrient status insoil influenced by organic and inorganic sources of nutrients[J]. Indian Journal of Agricultural SCience, 2002, 72(8): 456-460.

[8] 李红霞, 魏亦勤, 裘 敏, 等. 不同灌溉条件下优质小麦的产量及品质性状表现[J]. 种子, 2005, 24(4): 68-69.

[9] 方保停, 郭天财, 王晨阳, 等. 两种土壤贮水条件下灌水对豫麦 50 籽粒品质性状及产量的调控效应[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(3): 111-116.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net