

旱作条件下氮肥处理对春小麦产量及生理特性的影响

王 术¹, 王伯伦¹, 黄元财¹, 贾宝燕¹, 程小飞¹, 刘德忠²
(1. 沈阳农业大学农学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 桓仁县农业技术推广中心, 辽宁 本溪 117200)

摘 要: 以辽宁省春小麦主栽品种辽春 10 号为试材, 研究了氮肥不同生育时期施用比例对产量的影响。研究表明, 旱地春小麦适当施用种肥具有重要的增产作用, 种肥氮素施用过少、不施或施用过多, 都不能发挥品种的增产潜力。在合理施用种肥的基础上, 于拔节期和开花期追施氮肥, 有利于维持生育后期较大叶面积指数和旗叶较高叶绿素含量, 进而提高光合性能, 促进干物质积累以及光合产物更多向籽粒运转。

关键词: 春小麦; 氮肥; 生理特性; 产量
中图分类号: S143.1; S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0046-04

氮素是影响小麦产量形成和蛋白质合成的主要营养元素之一, 其对作物的供应方式主要取决于土壤中植物可被利用的氮素, 生长季土壤中氮素的释放程度, 以及人工所施用的有机氮和无机氮^[1]。前人对氮素施用量对小麦产量的影响研究较多, 一般认为氮肥施用过多, 会发生淋溶、挥发, 对造成环境污染, 前期过多施用氮素容易导致群体发育过快而发生倒伏^[2]; 在干旱条件下, 由于残留在土壤中的氮素很大程度上可以满足小麦植株对氮素的需求, 过量施用氮肥会降低氮素利用率, 从而降低麦农收入^[3]等等。然而, 人们对小麦氮肥施用方法的研究较少, 特别在东北春麦区, 春播早、春季温度低和土壤干旱影响有机质分解, 土壤在苗期提供的养分, 很难满足春小麦前期发育快, 穗分化“早、快、短”特点的要求。因此如何合理施用氮肥, 成为本麦区小麦增产的关键^[4]。

辽春 10 号自 1990 年育成以来, 因其早熟, 品质好, 抗倒伏, 抗高温, 是目前全省种植面积最大的春小麦品种^[5]。本研究以辽春 10 号为试材, 研究了不同施氮时期对其生理特性和产量的影响, 以期为高产栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验设计

本试验于 2002~2003 年在沈阳农业大学进行。供试品种为春小麦辽春 10 号。土壤为棕壤, pH 值为 6.7, 碱解氮含量为 110.2 mg/kg, 速效磷为 35.7 mg/kg, 速效钾为 129.8 mg/kg。氮肥分种肥和追

肥施入。试验设 6 个处理, 即:

处理 1(对照): 不施任何肥料; 处理 2: 种肥 112.5 kg/hm² 磷酸二铵、150 kg/hm² 尿素; 处理 3: 种肥 112.5 kg/hm² 磷酸二铵+三叶期 150 kg/hm² 尿素; 处理 4: 种肥 112.5 kg/hm² 磷酸二铵+开花期 150 kg/hm² 尿素; 处理 5: 种肥 112.5 kg/hm² 磷酸二铵, 75 kg/hm² 尿素+三叶期 75 kg/hm² 尿素; 处理 6: 种肥 112.5 kg/hm² 磷酸二铵, 75 kg/hm² 尿素+开花期 75 kg/hm² 尿素。

试验采用随机区组设计, 4 次重复。每小区 5 m², 10 行区, 行长 2.5 m, 行距 20 cm, 播种量为 300 kg/hm²。3 月 18 日播种, 7 月 5 日收获。

1.2 项目测定与分析方法

1.2.1 项目测定 于小麦整个生长季调查物候期。3 月 18 日播种, 4 月 5 日出苗。分别于三叶期(4 月 25 日)、拔节期(5 月 10 日)、抽穗期(5 月 25 日)、灌浆期(6 月 10 日)和成熟期(6 月 30 日)每小区选择代表性行(边行出外), 取 10 cm 行长植株, 带回实验室测定茎数、株高、叶面积以及干物重。叶面积测定采用比叶重法。抽穗后即测定籽粒灌浆速率。选择抽穗期相同的穗进行挂牌标记, 抽穗期到成熟期每隔 5 d 每小区取 5 穗测定籽粒重, 同时每隔 5 d 用 SPAD-502 叶绿素仪测定旗叶 CM 值。于成熟期考察产量构成因素, 小区单收单脱粒, 以实际小区产量折合成每公顷产量。

1.2.2 统计分析 产量方差分析应用 Excel 2000 软件完成。各处理产量间多重比较采用最小显著差数法(LSD)^[6]。

收稿日期: 2006-05-03
基金项目: 国家教委留学回国启动基金(010144); 辽宁省博士启动基金(2001102060)
作者简介: 王 术(1968—), 男, 内蒙赤峰人, 副教授, 博士, 从事稻麦高产优质栽培生理与改良的教学和科研工作。

2 结果与分析

2.1 不同施肥时期对产量及其构成因素的影响

2.1.1 产量 方差分析结果表明,两年处理间产量差异达显著或极显著水平 ($F_{2002}=6.72$, $F_{2003}=4.20$; $F_{0.05}=2.90$, $F_{0.01}=4.56$)。除处理 3 外,其

它处理与对照相比产量差异达显著水平;处理 5 和处理 6 与处理 3 相比,产量差异显著。说明种肥施用尿素的处理,增产作用明显。处理 5 和处理 6 产量最高,说明在施用种肥的基础上,适当中后期追施氮肥,更有利于产量的形成 (表 1)。

表 1 不同氮肥施处理对产量及产量构成因素的影响
Table 1 The effects of different nitrogen treatments on grain yields and yield components

处 理 Treatments	每平方米穗数 Ears/m ²	每穗小穗数 Spikelets/ear	每穗粒数 Kernels/ear	千粒重 1000-grain weight (g)	产量 Grain yields (t/hm ²)
处理 5 Treatment 5	765.0	11	23	36.8	3.2 _a
处理 6 Treatment 6	645.0	12	25	34.4	3.2 _{ab}
处理 2 Treatment 2	765.0	12	24	32.1	3.1 _{abc}
处理 4 Treatment 4	659.9	11	25	31.5	2.9 _{abc}
处理 3 Treatment 3	689.9	12	23	31.7	2.8 _{cd}
处理 1 Treatment 1	645.0	10	19	31.2	2.6 _d

注: $LSD_{0.05}=0.341$; $LSD_{0.01}=0.475$ 。处理间无相同字母表示差异显著;处理间有相同字母表示差异不显著。
Note: $LSD_{0.05}=0.341$; $LSD_{0.01}=0.475$. The different letters indicate significant difference among treatments, and the same letters indicate in-significant difference among treatments.

2.1.2 产量构成因素 相关分析结果表明,每穗小穗数和每穗粒数呈极显著正相关 ($r=0.728$; $r_{0.05}=0.553$, $r_{0.01}=0.684$, $df=11$),产量与每穗小穗数和每穗粒数之间分别呈显著正相关 ($r=0.610$, $r=0.573$)。产量与单位面积穗数和千粒重均呈正相关,但未达到显著水平 ($r=0.366$, $r=0.347$)。说明通过提高小穗数,进而提高每穗粒数,是产量提高的主要途径。

2.2 不同氮肥施用时期对小麦生理特性的影响

2.2.1 叶面积指数的动态变化 小麦叶片是光合、呼吸和蒸腾作用的重要器官,叶面积指数的大小也是衡量群体结构是否合理的重要指标之一。比较结果表明,各处理三叶期叶面积指数差异不大,但从拔节期开始到抽穗期,处理 2 和处理 3 叶面积指数较高,但灌浆阶段下降较快(图 1);处理 4 虽然灌浆阶段由于开花期追施氮肥,叶面积指数最高,但由于前期叶面积指数较低,群体过小,穗数不足;处理 5 和处理 6 前期和中期保持较高的叶面积指数,灌浆期仍然较高,既保证前期有足够大的群体,后期叶片功能期也长,产量也最高;处理 1 整个生育期叶面积指数均较低,产量最低。

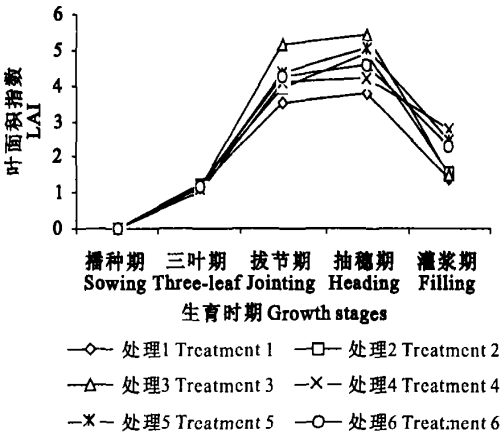


图 1 不同氮肥处理下春小麦叶面积指数变化
Fig. 1 Then trend of LAI of spring wheat under different nitrogen treatments

2.2.2 旗叶叶色值(CM)的动态变化 CM 值与叶绿素含量呈极显著正相关^[7],说明 CM 值的动态变化,基本与叶绿素含量的变化一致。抽穗后第 10 d 时,除了处理 1 叶绿素含量较低外,各处理差异不大。抽穗后 10 d 后,处理 2 叶绿素含量急剧下降,与处理 1 相近。处理 3 于抽穗后 20 d 开始急剧下降。处理 4、5 和 6 在抽穗后 25 d 内,叶绿素含量下

降缓慢。抽穗后 30 d 以后,随着麦株成熟以及叶片衰老,各处理旗叶叶绿素含量基本趋于一致(图 2)。

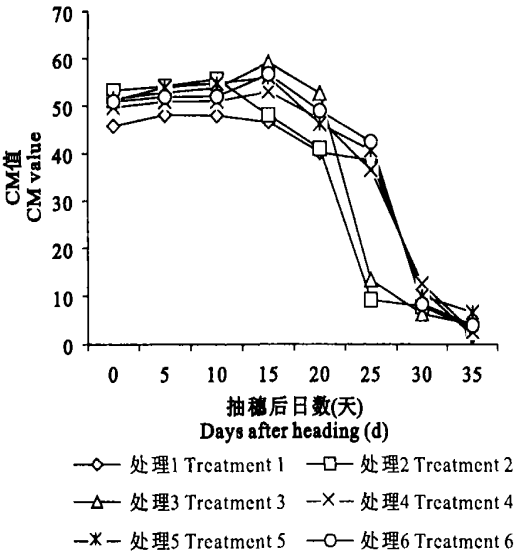


图 2 不同氮肥处理下旗叶叶绿素含量变化
Fig. 2 The trend of chlorocyll contents of flag leaves under different nitrogen treatments

2.2.3 干物质积累的动态变化 各处理干物质积累最快时期均在拔节至成熟期,但不同生育时期各处理之间的干物质积累差异较大。处理 2 与处理 3 抽穗期干物质积累最多,但在灌浆乳熟期处理 5 升至最高,至成熟期。处理 6 于抽穗期后干物质积累迅速增加,此快速增长趋势一直延续到成熟期。处理 2 和处理 3 于抽穗期至乳熟期增重较快,但灌浆后期干物质积累减缓。处理 4 抽穗至灌浆期增重较快,但由于前期干物质积累较少,成熟期总干物重较低。处理 1 从拔节期至成熟期一直保持较低的干物质积累(图 3)。

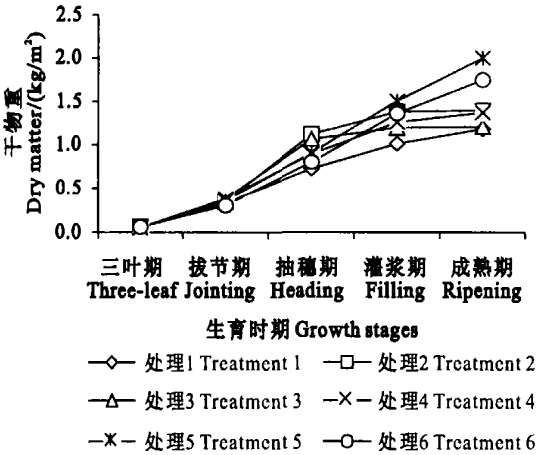


图 3 不同氮肥处理下干物质积累

2.2.4 籽粒灌浆的动态变化 比较结果表明,处理 2 在抽穗后 10 d 籽粒干物质积累较快,但在抽穗后第 15 d,处理 1、2 和 3 籽粒干物重最低,至成熟期籽粒增重缓慢。处理 4、5 和 6 抽穗至抽穗后 20 d 籽粒增重很快,处理 5 和处理 6 至成熟期一直保持较高的增长速率,而处理 4 于抽穗后 25 d 开始,灌浆速率明显减缓(图 4)。

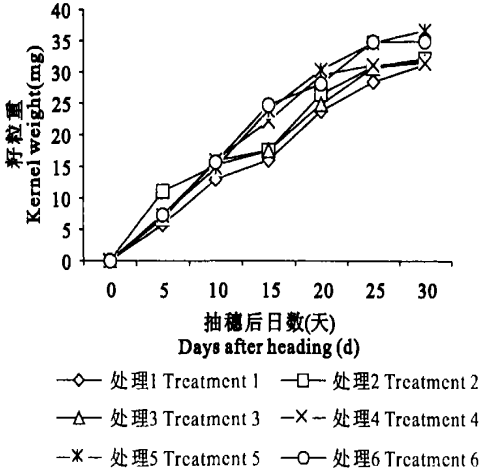


图 4 不同氮肥处理籽粒灌浆进程

Fig. 4 Development of grain filling under different nitrogen treatments

3 讨论

沈阳地区属于东北春麦区,旱作面积较大。合理施用氮肥,以满足各个生育阶段个体对氮素的需求,塑造合理小麦群体,是小麦高产的关键。在研究如何提高冬小麦的氮肥利用率时,许多学者将氮素施用分为前、中、后三个阶段,并提出了“前氮后移”的高产施氮技术^[8~9]。“前氮后移”氮肥运筹模式的核心是小麦生育前期(包括种肥)施氮不过量,增加中后期施氮比例,认为生育前期施氮与中期追氮的比例应掌握在总氮量的 7:3 或 6:4 为宜。本试验结果表明,将氮肥全部用于前期(种肥)、中期(三叶期)或后期(开花期)都不利于春小麦高产潜力的发挥。氮肥于种肥或三叶期集中施用,虽然前期叶面积指数较大,但后期下降也较快,严重影响后期干物质积累和籽粒灌浆进程。如果只重视后期施肥,虽然后期叶片叶绿素含量较高,维持时间较长,但由于前期干物质积累较少,最终籽粒产量也较低。相反,种肥与三叶期施肥结合以及种肥与花期施肥相结合,有利于前期塑造合理群体,后期保持较强的光合能力,从而保证较多光合产物向籽粒运输。

综上所述,虽然东北春麦区存在着特殊的气候特点和春小麦特殊的生长规律,但春小麦的需氮特

点及高产氮肥施用模式与冬小麦有相似之处,即“前氮后移”也适合于春小麦高产栽培。有关“前氮后移”氮肥施用技术也存在一些分歧,其中较多的结论认为中后期施氮易造成贪青晚熟^[10~12]。也有一些结论认为,贪青晚熟主要是由于前期过量施用氮肥所造成的,只要后期适当施氮,就不会发生贪青晚熟^[13~14]。本研究处理 5 和处理 6 种肥氮素和追肥氮素的比例为 6:4,两年结果都未发生贪青晚熟,但最佳氮肥施用比例有待于深入研究。此外,诸多研究结果表明,后期施氮有利于提高籽粒蛋白质含量^[1,3]。因此,前期施氮与后期施氮相结合在提高籽粒产量的同时,能否提高籽粒蛋白质含量,也有待于深入研究。

参 考 文 献:

[1] Campbell C A, Davison H R, Warder F G. Effects of fertilizer N and soil moisture on yield, yield components, protein content and N accumulation in the aboveground parts of spring wheat [J]. Can J Plant Sci. 1977, 57, 311—327.

[2] Grant C A, Flaten D N. Fertilizing for protein content in wheat [A]. Fowler D B, Geddes W E, Johnston A M, et al. Wheat protein; production and marketing [C]. Saskatoon, Saskatchewan, Canada; University Extension Press, University of Saskatchewan, 1998. 151—168.

[3] Gauer L E, Grant C A, Gehl D T, et al. Effects of nitrogen fertilizer on grain protein, nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency of six spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in relation to estimated moisture supply [J]. Can J Plant Sci, 1992, 72, 235—241.

[4] 金善宝. 中国小麦学[M]. 北京: 中国农业出版社. 718.

[5] He Z H, Rajaram S, Xin Z Y, et al. A History of Wheat Breeding in China[M]. Mexico, D.F.; CIMMYT. 2001. 68.

[6] 莫惠栋. 农业试验统计[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1992.

[7] 康国章, 郭天财, 朱云集, 等. 不同生育时期追氮对超高产小麦生育后期光合特性及产量的影响 [J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(2); 103—106.

[8] 赵广财, 李春喜, 赵保明, 等. 不同施氮比例和时期对冬小麦氮素利用的影响[J]. 华北农学报, 2000, 15(3); 99—102.

[9] 姜丽娜, 邵 云, 金毓翠, 等. 氮肥利用时期与比例对超高产冬小麦干物质积累及产量的影响 [J]. 麦类作物学报, 2002, 22(2); 70—73.

[10] 王渭玲, 张翼涛. 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—43.

[11] 潘庆民, 于振文. 追氮时期对冬小麦籽粒品质和产量的影响 [J]. 麦类作物学报, 2002, 22(2); 65—69.

[12] 陆建贤, 程旺夫, 计建科, 等. 不同肥料对小麦产量及氮肥效应的影响[J]. 小麦研究, 2000, 21(3); 25—27.

[13] 梁 智, 曾爱国. 春小麦氮肥不同用量分期施肥试验初报[J]. 甘肃农业科技, 1994(10); 27—28.

[14] 李世娟. 不同小麦品种产量及氮素利用的差异 [J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(4); 41—44.

Influence of nitrogen fertilizer on grain yields and physiological characteristics of dry-land spring wheat

WANG Shu¹, WANG Bo-Lun¹, HUANG Yuan-cai¹, JIA Bao-yan¹, CHENG Xiao-fei¹, LIU De-zhong²

(1. College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China;
2. Huanren Agro-technology Extension Center, Benxi, Liaoning 117200, China)

Abstract: The influence of N fertilizer application ratio at different growth stages on grain yields of Liaochun No. 10, a variety of spring wheat grown widely in Liaoning Province, was studied under dry-land conditions. The results showed that N application at seeding stage had important effect on grain yield increase and the yield potential was restricted under no fertilizer, too little fertilizer or too much fertilizer. On the basis of proper N fertilizer application at seeding stage, additional applications of N fertilizer at jointing and anthesis stages were able to maintain high LAI and chlorophyll content in leaves at late growing stage, thus enhancing photosynthetic capacity, and promoting dry matter accumulation and transferring of photosynthetic products to kernels.

Keywords: spring wheat; nitrogen fertilizer; yield; physiological characteristics