

## 不同氮肥运筹对小麦群体·产量及氮肥利用率的影响

部峰, 刘国涛, 韩勇, 董军红, 周其军, 薛志伟, 杨春玲\* (安阳市农业科学院, 河南安阳 455000)

**摘要** [目的]研究不同氮肥运筹对小麦群体结构、产量及氮肥利用率的影响。[方法]研究了不同处理对小麦生育期群体动态变化、产量及其构成因素、氮肥利用率的影响。[结果]基追比为3.0:5.0:2.0处理的增产效果最好,与对照(CK)相比产量提高了1 876.4 kg/hm<sup>2</sup>,增产率达到了31.4%,施肥比例为3.3:3.3:3.3的处理增产效果次之。从氮肥利用率来看,氮肥分3次施用高于分2次施用的处理以及1次基肥的处理,说明“前轻中重后补”的施肥方式是一项高产高效的氮肥运筹技术。[结论]该研究为小麦的合理施肥模式提供理论依据。

**关键词** 小麦;氮肥运筹;群体;产量;氮肥利用率

中图分类号 S512.1<sup>+</sup>1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)24-0023-02

## Effects of Different Nitrogen Application Techniques on Population Structure, Yield and Nitrogen Use Efficiency of Wheat

GAO Feng, LIU Guo-tao, HAN Yong et al (Anyang Academy of Agricultural Sciences, Anyang, Henan 455000)

**Abstract** [Objective] To study the effects of different nitrogen application techniques on population structure, yield and nitrogen use efficiency of wheat. [Method] We researched the effects of different treatments on the population dynamic changes, yield and its component factors, nitrogen use efficiency of wheat at growth stage. [Result] Treatment of 3.0:5.0:2.0 base-topdressing fertilizer ratio had the best yield increasing effects, increased by 1 876.4 kg/hm<sup>2</sup> compared with that of CK with the yield increasing rate being 31.4%. The yield increasing effects of treatment of 3.3:3.3:3.3 fertilizer ratio took the second place. According to the utilization rate of nitrogen fertilizer, nitrogen fertilizer applying 3 times was higher than that of applying 1 or 2 times, indicating that fertilization mode of “first light, middle heavy and finally supplement” was a high efficient nitrogen application technology. [Conclusion] This research provided theoretical basis for the rational fertilization model of wheat.

**Key words** Wheat; Nitrogen application; Population; Yield; Nitrogen use efficiency

小麦是我国的主要粮食作物之一,其面积和产量均次于水稻。全世界有35%~40%的人口以小麦作为主要的食粮,其分布地区、种植面积和总产量均居谷类作物前列<sup>[1]</sup>。

氮肥是小麦生产过程中需求量最大、增产效果最显著、产生经济效益最高的肥料类型,应用适宜的氮肥施用方法以及合理的运筹比例是获得小麦高产的关键<sup>[2-4]</sup>。随着农业生产的持续发展和作物产量水平的不断提高,氮肥的使用量在小麦生产中逐年增大,但肥料利用率较低、经济效益不高的现象十分严重<sup>[5-8]</sup>。除筛选利用氮高效基因型小麦品种外,研究适宜的氮肥施用技术对于目前生产条件下的小麦高产具有重要的现实意义<sup>[9-10]</sup>。笔者以河南省重大科技专项推广品种百农矮抗58为材料,设计同一施氮水平不同基追比例处理,分析了氮肥运筹对小麦群体变化的影响,探讨不同氮肥运筹对小麦产量和氮肥利用率的影响,以期对小麦的合理施肥模式提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验于2015年10月—2016年6月在安阳市安阳县崔家桥镇申庄村进行(36°05'N、114°35'E),属暖温带大陆性季风气候,年平均气温13.6℃,年降水量650 mm,灌溉条件良好,干旱时采用地下水浇灌。供试土壤为潮土,质地为两合土,耕层土壤(0~20 cm)养分状况为:碱解氮76.72 mg/kg,速效磷19.88 mg/kg,速效钾118.99 mg/kg,全氮0.67 g/kg,有机质13.0 g/kg,pH 7.1。

**1.2 试验材料** 供试作物为半冬性中熟品种小麦百农矮抗58,播量225 kg/hm<sup>2</sup>;氮肥用普通尿素(N 46.4%),磷肥用过磷酸钙(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 16%),钾肥用氯化钾(K<sub>2</sub>O 60%)。

**1.3 试验设计** 根据氮肥的不同基肥和追肥比例设7个处理,即处理①:不施氮肥作对照(CK);处理②:基肥:拔节肥:孕穗肥为10.0:0:0;处理③:基肥:拔节肥:孕穗肥为6.0:4.0:0;处理④:基肥:拔节肥:孕穗肥为5.0:5.0:0;处理⑤:基肥:拔节肥:孕穗肥为4.0:6.0:0;处理⑥:基肥:拔节肥:孕穗肥为3.0:5.0:2.0;处理⑦:基肥:拔节肥:孕穗肥为3.3:3.3:3.3;其中处理②~⑦整个生育期施纯N 195 kg/hm<sup>2</sup>,各处理的磷、钾肥施用量均相同,分别为P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 105 kg/hm<sup>2</sup>和K<sub>2</sub>O 60 kg/hm<sup>2</sup>,每试验小区3次重复随机区组排列,试验小区面积30 m<sup>2</sup>,各处理的田间管理措施均一致。

**1.4 测定项目与方法** 出苗后,每个小区选定1 m 双行样段,在苗期、越冬期、拔节期、收获前期分别调查小麦田间群体,小麦成熟收获后进行考种测产<sup>[11-12]</sup>。采用半微量凯氏定氮法测定植株全氮<sup>[13]</sup>。

氮肥利用率(%)=(小麦生物产量×植株全氮含量-对照小麦生物产量×对照植株全氮含量)×100%/施氮量<sup>[14-15]</sup>

**1.5 数据处理与统计分析** 采用Excel和DPS软件进行数据处理和方差分析<sup>[16]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对小麦生育期群体动态变化的影响** 由表1可知,不同氮肥运筹对小麦基本苗和冬前群体的影响不显著,各处理之间没有达到显著性差异。但是从绝对数上看,各处理随着追肥比例的增大,其基本苗和冬前群体呈逐渐减少的趋势。

不同氮肥运筹对小麦冬后群体影响较显著,其中全基肥

**基金项目** 农业部国家现代农业产业技术体系资金资助项目(CARS-3)。  
**作者简介** 部峰(1985—),男,河南安阳人,研究实习员,硕士,从事小麦遗传育种及栽培方面研究。\*通讯作者,研究员,从事小麦遗传育种及栽培方面研究。

**收稿日期** 2018-02-09; **修回日期** 2018-05-14

处理(处理②)表现最好,其冬后群体达到了 997.5 万/hm<sup>2</sup>, 比对照提高了 13.8% (120.8 万/hm<sup>2</sup>), 方差分析显示差异达到极显著水平;其次为处理③和④,分别比对照增加了11.9% (104.2 万/hm<sup>2</sup>)和 11.3% (99.2 万/hm<sup>2</sup>), 方差分析显示差异均达到了显著水平,但是都没有达到极显著水平,这说明追

肥比例的增大可能会造成小麦前期脱肥。

从有效穗数来看,所有施氮肥处理与对照相比均达到了极显著水平。但是从成穗率来看,表现最好的为处理⑥,其次为处理⑦,这说明 2 次追肥要好于单次追肥,并且追肥时期适当后期移可有效提高小麦的成穗率。

表 1 不同处理对小麦生育期群体的影响

Table 1 Effects of different treatments on wheat population at different growth stages

处理编号 Treatment code	基本苗 Basic seedlings ×10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup>	冬前群体 Population before winter ×10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup>	冬后群体 Population after winter ×10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup>	有效穗数 Effective ears ×10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup>	成穗率 Ear bearing tiller rate %
①(CK)	285.0 a	589.2 a	876.7 cC	441.7 bB	50.4
②	300.8 a	605.9 a	997.5 aA	485.9 aA	48.7
③	295.8 a	597.5 a	980.9 abABC	482.5 aA	49.2
④	290.0 a	595.0 a	975.9 abAB	481.7 aA	49.4
⑤	286.7 a	593.4 a	930.9 abcABC	480.0 aA	51.6
⑥	290.8 a	590.9 a	899.2 cBC	480.0 aA	53.4
⑦	287.5 a	591.7 a	917.5 bcABC	480.9 aA	52.4

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.2 不同处理对小麦产量及其构成因素的影响 由表 2 可知,氮肥分 2 次追肥能显著提高小麦的穗粒数和千粒重,其中表现最好的为处理⑥,其穗粒数和千粒重与对照相比分别提高了 14.7% (4.7 粒)和 5.4% (2.3 g),并且达到了极显著水

平;其次为处理⑦,与对照相比也达到了极显著水平。

处理⑥产量最高,为 7 843.9 kg/hm<sup>2</sup>,比对照(CK)提高了 1 876.4 kg/hm<sup>2</sup>,增产率达 31.4%;其次为处理⑦,产量为 7 540.3 kg/hm<sup>2</sup>。

表 2 不同处理对小麦产量及其构成因素的影响

Table 2 Effects of different treatments on wheat yield and its component factors

处理编号 Treatment code	穗数 Ear number ×10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup>	穗粒数 Seeds per ear 粒	千粒重 1 000-grain weight g	单穗重 Grain weight per ear g	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
①(CK)	441.7 bB	31.9 cB	42.35 cC	1.35 fF	5 967.5 fF
②	485.9 aA	33.9 bcAB	42.52 cC	1.44 eE	7 003.3 eE
③	482.5 aA	34.3 abcAB	43.17 cdB	1.48 dD	7 144.9 dD
④	481.7 aA	34.4 abAB	43.11 dB	1.48 dD	7 143.4 dD
⑤	480.0 aA	34.9 abAB	43.48 cB	1.52 cC	7 284.12cC
⑥	480.0 aA	36.6 aA	44.65 aA	1.63 aA	7 843.9 aA
⑦	480.9 aA	35.4 abA	44.30 bA	1.57 bB	7 540.3 bB

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.3 不同处理对氮肥利用率的影响 从不同氮肥运筹氮肥利用率来看(表 3),氮肥分 3 次施用处理的氮肥利用率高于氮肥分 2 次施用的处理,其中处理⑥氮肥利用率高于施用比例处理⑦,说明氮肥适当后期移有助于提高氮肥的利用率,并且与氮肥后移所占比例呈正相关。不同处理氮的利用率为 22.0%~32.4%。

### 3 结论与讨论

不同氮肥运筹对小麦基本苗和冬前群体影响不显著,但是随着追施比例的增大,冬后群体和有效穗数下降,可能是由于前期不施氮或施氮量偏少,其营养生长不足、分蘖减少,即使后期追氮量增加也难以消除前期生长不良带来的影响,说明小麦基施氮肥和追施氮肥的必要性。

表 3 不同处理对小麦氮肥利用率的影响

Table 3 Effects of different treatments on the nitrogen use efficiency of wheat

处理编号 Treatment code	氮肥施入量 Nitrogen application amount//kg/hm <sup>2</sup>	氮肥吸收量 Nitrogen uptake amount//kg/hm <sup>2</sup>	氮肥利用率 Nitrogen use efficiency//%
①	0	203.2	—
②	195	246.1	22.0
③	195	248.6	23.3
④	195	250.9	24.5
⑤	195	253.5	25.8
⑥	195	266.3	32.4
⑦	195	260.4	29.3

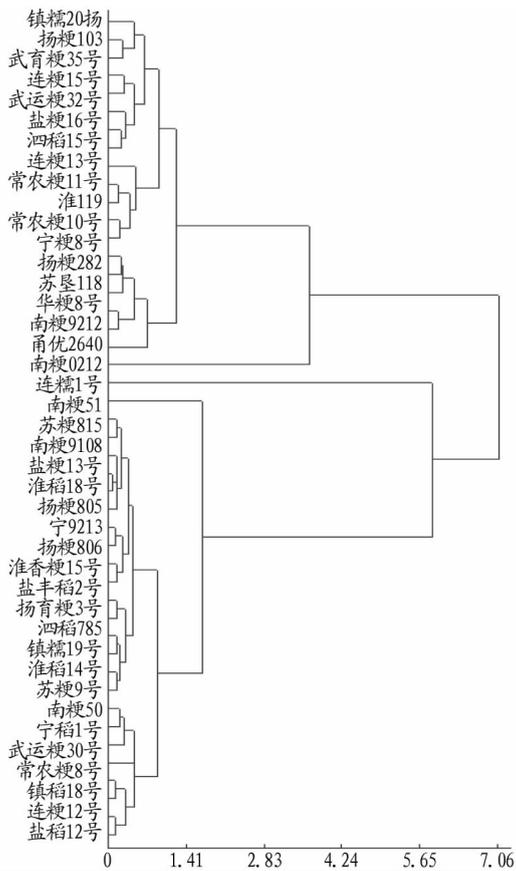


图1 46个水稻品种的产量性状聚类分析

Fig.1 Cluster analysis of yield traits of 46 rice varieties

(上接第24页)

从小麦产量构成要素来看,豫北地区小麦生产上施用氮肥处理较不施氮肥处理(CK)增产,仍达到显著水平;而施氮量相等条件下,氮肥分3次施肥处理的增产效果较好,最佳氮肥运筹方式为基肥:拔节肥:孕穗肥为3.0:5.0:2.0,说明“前轻中重后补”的施肥方式是一项高产高效的氮肥运筹技术。

王月福等<sup>[17]</sup>研究得出高肥力土壤氮肥追施的利用率大于基肥,且随追施时期的后延而增加。该研究结果表明,在相同施氮量条件下,不同氮肥运筹对氮肥利用率有影响,氮肥利用率随着氮肥追施比重的增加而逐渐提高;相同施氮量条件下,3次施肥较2次施肥处理氮肥利用率高,其中施用比例为3.0:5.0:2.0的处理氮肥利用率高于施用比例为3.3:3.3:3.3的处理,这与魏建林等<sup>[18]</sup>的研究结论相似,说明氮肥率用率不仅与基追肥比例有关,而且还受施肥次数的影响。

#### 参考文献

- [1] 于振文.作物栽培学各论[M].北京:中国农业出版社,2005:22-27.
- [2] 魏凤珍,李金才,王成雨,等.氮肥运筹模式对冬小麦氮素吸收利用的影响[J].麦类作物学报,2010,30(1):123-128.
- [3] ROBERTS T L.The role of fertilizer in growing the world's food[J].Better crops with plant food,2009,93(2):12-15.
- [4] 吴中伟,樊高琼,王秀芳,等.不同氮肥用量及其生育期分配比例对四川丘陵区带状种植小麦氮素利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2014,20(6):1338-1348.

且在早代给予充实度一定的选择压;选择分蘖整齐的材料;注意不早衰材料的选择<sup>[4]</sup>。同时,选育超高产品种要适应水稻生产轻简化、机械化的需求,掌握“成熟宜早不宜迟、株高宜矮不宜高,穗型宜中不宜大”的原则。建议株高不能突破100 cm,直播稻基本苗多,根系浅,自身抗倒性差,株高过高则易倒伏。由于成熟中后期穗部遭受暴风雨的浸泡导致高产穗型品种重量增加;加之台风影响,高产穗型品种比多穗型品种更容易倒伏。选育或引进品种应选择节间短、茎秆粗壮、叶片直立、剑叶短以及根系发达的株型,从而减少倒伏风险。机插或直播稻生育期推迟,遭遇寒露风的机率大,大穗型品种一般灌浆速度慢,有两段灌浆现象,如遇寒露风灌浆速度更慢,结实率更低,而且出米率低、商品性差。在品种选育或引进上要选择茎秆粗壮、基部节间较短、分蘖力较强、穗数多、穗型中等略大、株型适中的中矮秆品种,穗粒结构要协调,坚持在稳定适宜穗数的基础上适当增加总粒数,提高结实率和千粒重。

#### 参考文献

- [1] 张安存,周凤明,潘国庆,等.江苏省粳稻品种产量分析及今后改良重点[J].北方水稻,2008,38(5):32-35.
- [2] 钮中一,朱邦辉,石世杰,等.武运粳7号的选育应用及育种技术路线探讨[J].中国稻米,2008(3):32-35.
- [3] 陈培峰,王建平,黄健,等.太湖地区香稻品种稻米品质性状相关和聚类分析[J].江苏农业学报,2013,29(1):1-7.
- [4] 冯永祥,刘沐江,汪秀志,等.寒地水稻产量性状相关及聚类分析[J].安徽农业科学,2008,36(23):9925-9928.
- [5] 石玉,于振文,李延奇,等.施氮量和底追肥比例对冬小麦产量及肥料氮去向的影响[J].中国农业科学,2007,40(1):54-62.
- [6] 刘学军,赵紫娟,巨晓棠,等.基施氮肥对冬小麦产量、氮肥利用率及氮平衡的影响[J].生态学报,2002,22(7):1122-1128.
- [7] 杨新泉,冯峰,宋长青,等.主要农田生态系统氮素行为与氮肥高效利用研究[J].植物营养与肥料学报,2003,9(3):373-376.
- [8] 吕殿青,同延安,孙本华,等.氮肥施用对环境污染影响的研究[J].植物营养与肥料学报,1984,4(1):8-15.
- [9] USMAN K, KHAN E A, KHAN N, et al. Effect of tillage and nitrogen on wheat production, economics, and soil fertility in rice-wheat cropping system[J]. American journal of plant sciences, 2013, 4(1):17-25.
- [10] ABAD A, MICHELENA A, LLOVERAS J. Effects of nitrogen supply on wheat and soil nitrate[J]. Agronomy for sustainable development, 2005, 25(4):439-446.
- [11] 冯变娥,张凤洁,乔俊芳,等.氮肥运筹对不同种植方式冬小麦群体结构及产量的影响[J].激光生物学报,2015,24(3):293-300.
- [12] 魏凤珍,李金才,屈会娟,等.氮肥运筹模式对不同穗型冬小麦籽粒产量和品质调控效应的研究[J].中国粮油学报,2009,24(1):11-15.
- [13] 薛延丰,汪敬恒,李恒.不同氮素形态对小麦体内氮磷钾分布及群体结构和产量的影响[J].西南农业学报,2014,27(6):2444-2448.
- [14] 杜金哲,李文雄,胡尚连,等.春小麦不同品质类型氮的吸收、转化利用及与籽粒产量和蛋白质含量的关系[J].作物学报,2001,27(2):253-260.
- [15] 邱临静,周春菊,李生秀,等.不同栽培模式和施肥方法对旱地冬小麦氮素吸收运转的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(3):355-360.
- [16] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其计算机处理平台[M].北京:中国农业出版社,1997.
- [17] 王月福,姜东,于振文,等.高低土壤肥力下小麦基施和追施氮肥的利用效率和增产效应[J].作物学报,2003,29(4):491-495.
- [18] 魏建林,崔荣宗,杨果,等.不同氮肥运筹对小麦产量及氮肥利用率的影响[J].山东农业科学,2010(9):53-55,59.