

## 不同氮肥运筹对晚播小麦产量和农艺性状的影响

徐启来<sup>1</sup>, 王飞<sup>2</sup>, 周娜娜<sup>2</sup>, 徐梦彬<sup>2</sup>, 徐年龙<sup>2</sup>, 王振<sup>2</sup>, 叶仁宏<sup>2</sup>, 王升<sup>2\*</sup>

(1. 江苏省农垦农业发展股份有限公司, 江苏南京 210019; 2. 江苏省农垦农科院盐城农垦农业科学研究所, 江苏射阳 224314)

**摘要** [目的]确定不同氮肥运筹比例对晚播小麦产量结构及部分农艺性状的影响,为该地区晚播小麦高产稳产栽培提供合理的氮肥运筹方案。[方法]以目前淮北地区种植面积较大的小麦品种宁麦13号为材料,在小麦各生育期采用不同氮肥施用比例处理,研究各处理施肥比例对供试小麦产量结构、籽粒综合品质、试验区土壤理化性质的影响。[结果]基肥施用比例50%的处理(T<sub>3</sub>)有效穗、产量均最高,即氮肥运筹主要是通过增加有效穗来提高晚播小麦产量水平,对产量构成因素中穗粒数、千粒重影响不大,总氮量不变的情况下,基肥施用量的增加会降低小麦整体籽粒品质,但可以提高试验区土壤有机质含量。[结论]合理的氮肥运筹是实现晚播小麦优质高产的重要措施,总氮保持一定的基础上,基肥施用比例增加,促进分蘖增加有效穗,但超过一定的施用量,有效穗开始下降。后期施肥用量对小麦千粒重、穗粒数及品质性状影响较大,即合理的基肥施用量及完善的后期追肥比例是实现晚播小麦优质高产的有效途径。

**关键词** 氮肥运筹;晚播小麦;产量结构;农艺性状;宁麦13号

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)31-0020-03

**Effects of Different Nitrogen Application on Yield and Agronomic Traits of Late-sown Wheat**XU Qi-lai<sup>1</sup>, WANG Fei<sup>2</sup>, ZHOU Na-na<sup>2</sup>, WANG Sheng<sup>2\*</sup> et al (1. Jiangsu Provincial Agricultural Reclamation and Development Corporation, Nanjing, Jiangsu 210019; 2. YanCheng Land Reclamation Agricultural Sciences Institute, Jiangsu Academy of Land Reclamation Agricultural Sciences, Sheyang, Jiangsu 224314)

**Abstract** [Objective] The aim was to determine the effect of different ratios of nitrogen fertilizer on the yield and agronomic traits of late-sowing wheat, and to provide a reasonable nitrogen fertilizer for the high yield of late wheat in the region. [Method] Wheat cultivar Ningmai 13 was taken as the research material, which was widely planted in Huaibei area. The treatments with different nitrogen application ratios were used to study the yield structure, grain comprehensive quality, soil physical and chemical properties. [Result] Treatment with 50% basal fertilizer (T<sub>3</sub>) had the highest effective ear and yield. Nitrogen fertilizer improved the yield level of wheat mainly by increasing the effective ear. It had little impacts on grain per ear and 1 000-grain weight. When the total nitrogen content remained unchanged, the increase of the dosage of basal fertilizer would decrease the whole grain quality of wheat, but could increase the soil organic matter content in the experimental area. [Conclusion] Reasonable nitrogen fertilizer operation was an important measure to realize high quality and high yield of late-sowing wheat. The total nitrogen content was increased. The ratio of basal fertilizer was increased and the tiller was increased, but the effective panicle began to decrease. The effect of late fertilization on the 1 000-grain weight, grain number per ear and grain quality of wheat was significant. In other words, the reasonable dosage of basal fertilizer and the ratio of late dressing were the effective way to realize high quality and high yield of late-sowing wheat.

**Key words** Nitrogen application; Late-sowing wheat; Yield component; Agronomic traits; Ningmai 13

目前,关于晚播小麦的生育特点、土壤肥力、播期、密度对晚播小麦碳氮代谢、干物质积累与分配、产量和品质的影响<sup>[1-2]</sup>,前人已有较多研究,但有关氮肥运筹比例与晚播小麦产量和品质的关系研究较少,且有关淮北地区晚播小麦合理的氮肥运筹研究鲜见报道。鉴于此,该试验以目前淮北地区种植面积较大的小麦品种宁麦13号为材料,分析了不同氮肥运筹对晚播小麦产量结构及部分农艺性状的影响,旨在探讨晚播小麦合理的氮肥运筹方案,为该地区晚播小麦高产稳产栽培提供理论支持及实践依据。

**1 材料与方**

**1.1 试验地概况** 试验于江苏省新洋农场1大队N2#东条田进行,前茬作物为水稻,供试土壤肥力中等偏上,地势平坦,沟系通畅。

**1.2 材料** 供试品种为宁麦13,春性,全生育期210 d左右。幼苗直立,叶色浓绿,分蘖力一般,两极分化快,成穗率较高。株高70 cm左右,株型较松散,穗层较整齐。穗纺锤形,长芒,白壳,红粒,籽粒较饱满。抗倒力中等偏弱,熟相较好。

由江苏省大华种业有限公司提供。2016年11月17日播种32.8万基本苗。

润垦尿素(总氮≥46.4%)由江苏双多化工有限公司生产,润垦二胺(18-46-0,总养分≥64%)由瓮福(集团)有限责任公司生产。

**1.3 方法** 试验设5个处理,各处理规格均为35 m×40 m大区,面积1 400 m<sup>2</sup>,不设重复。施用总氮量292.5 kg/hm<sup>2</sup>,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 105 kg/hm<sup>2</sup>。田间各试验区的栽培措施和田间管理措施与大田生产一致。

处理T<sub>1</sub>为基肥:返青肥:倒3叶肥:旗叶肥=40:20:30:10;处理T<sub>2</sub>为基肥:返青肥:倒3叶肥:旗叶肥=45:20:25:10;处理T<sub>3</sub>为基肥:返青肥:倒3叶肥:旗叶肥=50:10:30:10;处理T<sub>4</sub>为基肥:返青肥:倒3叶肥:旗叶肥=55:10:25:10;处理T<sub>5</sub>为基肥:返青肥:倒3叶肥:旗叶肥=60:0:30:10。

**1.4 测定项目与方法**

**1.4.1 农艺性状测定。**记载各生育期茎蘖动态,调查小麦成熟收获期不同处理的穗粒结构、千粒重、理论产量、实际产量等。

**1.4.2 籽粒品质测定。**蛋白质、湿面筋含量、沉降值和硬度等籽粒品质指标均采用FOSS-1241型近红外外物分析仪测定<sup>[3]</sup>。样品寄送扬州大学农学院作物栽培生理重点实验室

**基金项目** 江苏农垦农科院农业科技项目(2017-25)。**作者简介** 徐启来(1970—),男,江苏连云港人,高级农艺师,硕士,从事作物栽培研究。\*通讯作者,高级农艺师,从事土壤肥料、稻麦优质高产栽培等农业生产相关科研和管理工作。**收稿日期** 2017-09-20

检测。

**1.4.3 土壤肥力测定。**有机质、全氮、有效磷、速效钾等土壤肥力性状指标按照 NY525—2012 标准检测<sup>[4]</sup>。样品寄送江苏农垦农科院农业环境与农产品质量检测中心检测。

**1.5 数据统计分析** 采用 SPSS 数据分析统计软件和 EXCEL 软件进行数据统计分析。

## 2 结果与分析

**2.1 气象因素的影响** 江苏省新洋农场气象资料显示,2016 年 11 月中旬的平均气温为 13.7 °C,比历年高了 3.7 °C,降水量比历年低 16.6 mm,日照时数少 15.6 h;2017 年 3—6 月的降雨量较往年少 134.4 mm。具体对小麦的影响表现

为:播种出苗期由于雨水偏少,土壤墒情较差,出苗期较 2015 年晚 2~3 d。分蘖拔节期温度偏高,分蘖旺盛。抽穗扬花期干旱少雨,病虫害少有发生。灌浆结实期光照充足,千粒重明显增加。

**2.2 不同处理对小麦茎蘖动态及成穗率的影响** 晚播小麦冬前苗龄小,冬季气温低,生长缓慢,长势弱,返青后气温升高,发根快,分蘖迅猛,但营养生长期短,生育进程落后于季节进程,随着基肥施用量的逐渐增加,生育前期无效分蘖比例大,分蘖成穗率低,以主茎成穗为主。由表 1 可知,随着基肥用量的增加,各处理生育前期的分蘖发生逐渐增大,而后期增加氮肥用量能更好地延缓分蘖的两极分化进程,从而促

表 1 不同处理对小麦茎蘖动态以及成穗率的影响

Table 1 Effects of different treatments on the tillering dynamics and percentage of earbearing tillers of wheat

| 处理编号<br>Treatment code | 基本苗<br>Basic seedling<br>× 10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> | 返青苗<br>Seedlings at revival stage<br>× 10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> | 高峰苗<br>Seedlings at jointing stage<br>× 10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> | 有效穗<br>Effective panicles<br>× 10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> | 成穗率<br>Panicle rate//% |
|------------------------|---|---|--|---|------------------------|
| T <sub>1</sub>         | 492.0   | 810.0   | 1 215.0  | 549.0 a   | 45.2                   |
| T <sub>2</sub>         | 492.0   | 946.5   | 1 417.5  | 543.0 ab  | 38.3                   |
| T <sub>3</sub>         | 492.0   | 990.0   | 1 350.5  | 616.5 c   | 45.7                   |
| T <sub>4</sub>         | 492.0   | 1 042.5   | 1 365.0  | 607.5 cd  | 44.5                   |
| T <sub>5</sub>         | 492.0   | 1 155.0   | 1 552.5  | 585.0 d   | 37.7                   |

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences ( $P < 0.05$ )

进单位面积有效穗数的增加。

**2.3 不同处理对产量结构的影响** 由表 2 可知,随着基肥施用量的增加,千粒重呈下降趋势。但方差分析显示处理间无显著差异,穗粒数先增高后下降,这可能与后期施肥比例不同有关,方差分析显示处理间无显著差异。后期增加氮肥

用量能更好地延缓分蘖的两极分化进程,从而促进单位面积有效穗数的增加,所以有效穗呈先上升后下降的趋势,方差分析显示处理间达显著差异水平。因此,氮肥运筹主要是通过增加有效穗来提高晚播小麦产量水平,对穗粒数和千粒重影响较小。

表 2 不同处理对小麦产量结构的影响

Table 2 Effects of different treatments on yield components of wheat

| 处理编号<br>Treatment code | 株高<br>Plant height<br>cm | 穗长<br>Ear length<br>cm | 穗粒数<br>Spikes per ear | 千粒重<br>1000-grain weight//g | 理论产量<br>Theoretical yield//kg/hm <sup>2</sup> | 实际产量<br>Actual yield kg/hm <sup>2</sup> |
|------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------|---|---|
| T <sub>1</sub>         | 67.80                    | 6.53                   | 41.56 a               | 40.02 a                     | 9 330.75                                      | 8 960.40                                |
| T <sub>2</sub>         | 70.80                    | 6.88                   | 41.99 a               | 39.95 a                     | 9 310.20                                      | 8 860.50                                |
| T <sub>3</sub>         | 68.35                    | 6.80                   | 40.01 ab              | 38.73 ab                    | 9 553.20                                      | 9 321.45                                |
| T <sub>4</sub>         | 67.90                    | 6.86                   | 40.13 ab              | 38.45 ab                    | 9 373.65                                      | 9 203.85                                |
| T <sub>5</sub>         | 70.45                    | 6.89                   | 40.32 ab              | 39.40 a                     | 9 293.40                                      | 9 059.40                                |

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences ( $P < 0.05$ )

**2.4 不同处理对小麦籽粒品质的影响** 由表 3 可知,肥料施用总量不变的条件下,随着基肥施用氮量的增加,小麦各籽粒蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值逐渐降低,说明在整体

用氮量不变的情况下,增加基肥用量显著降低小麦品质。因此,合理施用基肥并完善追氮比例是改善晚播小麦品质的重要技术措施<sup>[6-7]</sup>。

表 3 不同处理对小麦籽粒品质的影响

Table 3 Effects of different treatments on grain quality of wheat

| 处理编号<br>Treatment code | 蛋白质含量<br>Protein content<br>% | 湿面筋含量<br>Wet gluten content//% | 沉降值<br>Settlement value//mL | 硬度<br>Hardness |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------|
| T <sub>1</sub>         | 15.5                          | 41.3                           | 62.1                        | 59.6           |
| T <sub>2</sub>         | 15.1                          | 40.1                           | 60.8                        | 60.4           |
| T <sub>3</sub>         | 14.9                          | 39.2                           | 60.4                        | 59.5           |
| T <sub>4</sub>         | 13.8                          | 38.3                           | 58.4                        | 59.2           |
| T <sub>5</sub>         | 12.0                          | 35.1                           | 42.4                        | 48.4           |

**2.5 不同处理对土壤理化性质的影响** 收获期对各处理大区进行土样理化性质检测发现,随着施用基肥氮量的增加,有机质的含量呈先逐渐增加后降低的趋势。由表 4 可知,基肥氮量的施入为土壤中微生物降解秸秆氮化腐烂提供一定的氮素养分。同时,由于基肥施入比例高的处理无效分蘖多,降解腐化的多,使得有机质含量逐渐增多,但随施入量的增加,呈下降的趋势,这可能与土壤环境有关<sup>[8-9]</sup>。土壤全氮含量随着后期施肥比例的降低呈下降的趋势,与前期基肥

施入比例无显著关系,这与氮肥的移动性大有一定的关系。随着施入比例的增加,小麦难以一时吸收完毕,遇后期雨水会淋洗下渗,对后期土壤全氮含量影响不显著<sup>[10-11]</sup>。同样,各处理间有效钾和速效磷无显著差异。

表4 不同处理对土壤理化性质的影响

Table 4 Effects of different treatments on the soil physical and chemical properties

| 处理编号<br>Treatment<br>code | 有机质<br>Organic<br>matter<br>g/kg | 全氮<br>Total<br>nitrogen<br>g/kg | 有效磷<br>Available<br>phosphorus<br>mg/kg | 速效钾<br>Available<br>potassium<br>mg/kg |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---|--|
| T <sub>1</sub>            | 17.4 a                           | 1.30 a                          | 37.5 a                                  | 124 a                                  |
| T <sub>2</sub>            | 19.0 bc                          | 1.11 a                          | 38.1 a                                  | 126 a                                  |
| T <sub>3</sub>            | 19.2 c                           | 1.15 a                          | 37.9 a                                  | 134 a                                  |
| T <sub>4</sub>            | 19.5 c                           | 1.07 a                          | 37.0 a                                  | 122 a                                  |
| T <sub>5</sub>            | 18.8 ab                          | 1.09 a                          | 38.0 a                                  | 129 a                                  |

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences ( $P < 0.05$ )

### 3 结论与讨论

合理的氮肥运筹是实现晚播小麦优质高产的重要措施。该试验结果表明,随着基肥施用量的逐渐增加,生育前期无效分蘖比例大,分蘖成穗率低,以主茎成穗为主,有效穗降低,后期增加氮肥用量能更好地延缓分蘖的两极分化进程,从而促进单位面积有效穗数的增加。但对产量构成因素中穗粒数、千粒重影响不大,即氮肥运筹主要是通过增加有效穗来提高晚播小麦产量水平。T<sub>3</sub>处理(基肥:分蘖肥:倒3叶肥:旗叶肥=50:10:30:10)的有效穗、实收产量也最高,但千粒重、穗粒数最低,说明后期施肥比例还需进一步研究,从而提高其他产量构成因素,实现增产。

通过对不同处理小麦籽粒品质的检测发现,总氮量不变的情况下,随着基肥施用量的增加,小麦整体籽粒品质降低,说明合理的基肥施用量及完善的后期追肥比例是实现晚播

小麦优质高产的有效途径。同时,随着基肥施用量的增加,各处理区的土壤肥力性质显示,加大一定的基肥施用量可提高土壤有机质含量,全氮含量与基肥氮施用量无显著关系,而与后期氮肥施用比例是否存在关系还需进一步研究论证。

该研究结果显示,在总氮保持一定的条件下,基肥施用比例增加,促进分蘖增加有效穗,但超过一定的施用量,有效穗开始下降。其中,T<sub>3</sub>处理,即基肥施用比例50%的有效穗和产量最高。后期施肥量对小麦千粒重、穗粒数性状以及品质性状影响较大。基肥施用量还需进一步验证,结合小麦前期根系生长情况的考查,后期干物质生长量的统计,以及叶片相关性状指数的后续调查,完善后期施肥比例,进一步探讨晚播小麦合理的氮肥运筹方案,为该地区晚播小麦高产稳产优产栽培提供理论支持及实践依据。

### 参考文献

- [1] 潘玉良,熊南国,郭晨成,等.晚播小麦生育特点及适宜密度研究[J].大麦与谷类科学,2011(3):25-30.
- [2] 张金宝,秦霞,孙佩贤,等.黄淮麦区种植密度对晚播冬小麦花后氮素代谢和利用率的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(12):112-116.
- [3] 张耀兰,曹承富,李华伟,等.氮肥运筹对晚播冬小麦产量、品质及叶绿素荧光特性的影响[J].麦类作物学报,2013,33(5):965-971.
- [4] 席晋飞,杨珍平,张定宇,等.肥密运筹对晋中晚播小麦籽粒产量及品质的影响[J].山西农业大学学报(自然科学版),2012,32(2):112-117.
- [5] 陈根祥,吴建中,朱傅祥,等.晚播小麦生育特点及适宜密度研究[J].安徽农学通报,2009,15(2):74-77,85.
- [6] 刘建华,牛俊义,闫志利,等.肥密水平对不同基因型冬小麦籽粒灌浆特性的影响[J].中国生态农业学报,2009,17(4):656-660.
- [7] 雷钧杰,宋敏.播种期与播种密度对小麦产量和品质影响的研究进展[J].新疆农业科学,2007,44(S3):138-141.
- [8] 李强,王朝辉,戴健,等.氮肥调控与地表覆盖对旱地冬小麦氮素吸收及残留淋失的影响[J].中国农业科学,2013,46(7):1380-1389.
- [9] 曹倩,贺明荣,代兴龙,等.密度、氮肥互作对小麦产量及氮素利用效率的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(4):815-822.
- [10] 闫湘,金继运,何萍,等.提高肥料利用率技术研究进展[J].中国农业科学,2008,41(2):450-459.
- [11] 张金宝,秦霞,孙佩贤,等.黄淮麦区种植密度对晚播冬小麦花后氮素代谢和利用率的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2010,38(12):112-116,122.

(上接第19页)

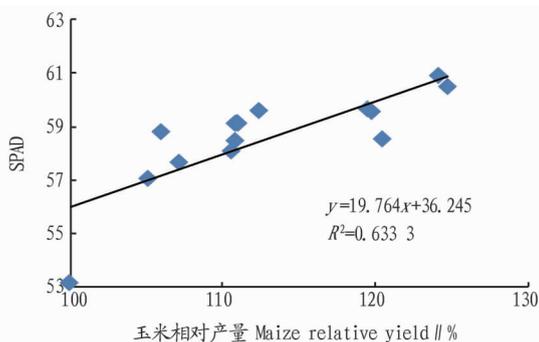


图5 抽雄期玉米相对产量与SPAD的相关性

Fig. 5 Correlation between maize relative yield and SPAD at tasseling stage

### 3 小结

该研究表明,玉米SPAD与玉米叶片全氮含量、施氮肥数量、玉米产量之间存在极显著的线性相关性。通过测量玉米SPAD来分析玉米氮素营养,预测玉米产量具有可行性。

### 参考文献

- [1] 李志宏,刘宏斌,张云贵.叶绿素仪在氮肥推荐中的应用研究进展[J].植物营养与肥料学报,2006,12(1):125-132.
- [2] 李志宏,张云贵,刘宏斌,等.叶绿素仪在夏玉米氮营养诊断中的应用[J].植物营养与肥料学报,2005,11(6):764-768.
- [3] 李占成,李玮,梁秀枝,等.绿素仪在玉米氮营养诊断及推荐施肥中的研究与应用[J].作物杂志,2011(4):58-62.
- [4] SMEAL D,ZHANG H. Chlorophyll meter evaluation for nitrogen management in corn[J]. Communications in soil science and plant analysis,1994,25(9/10):1495-1503.
- [5] 童淑媛,宋凤斌.SPAD值在玉米氮素营养诊断及推荐施肥中的应用[J].农业系统科学与综合研究,2009,25(2):233-238.
- [6] 夏文豪,刘涛,关钰,等.硝酸盐反射仪和SPAD法对玉米氮素营养诊断的比较[J].中国生态农业学报,2016,24(10):1339-1345.