

陈 凤, 樊继伟, 郭明明, 等. 连麦 6 号产量对播期和施氮比例互作的响应[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(6): 1266-1271.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2017.06.010

## 连麦 6 号产量对播期和施氮比例互作的响应

陈 凤<sup>1</sup>, 樊继伟<sup>1</sup>, 郭明明<sup>1</sup>, 李 强<sup>1</sup>, 赵雪君<sup>2</sup>, 孙中伟<sup>1</sup>, 王康君<sup>1</sup>, 张广旭<sup>1</sup>,  
浦汉春<sup>1</sup>, 代丹丹<sup>3</sup>

(1. 连云港市农业科学院, 江苏 连云港 222006; 2. 灌云县植物保护站, 江苏 连云港 222200; 3. 连云港市农业委员会, 江苏 连云港 222006)

**摘要:** 为探明播期与施氮比例互作对连麦 6 号产量及生长发育的调控效应, 2015-2016 年在连云港市农业科学院东辛试验基地, 以中强筋品种连麦 6 号和强筋对照品种烟农 19 为试验材料, 设置 2 个播期水平(10 月 19 日和 11 月 9 日)和 3 个施氮比例(70:10:20:0, 50:10:20:20 和 30:10:30:30), 研究播期和施氮比例互作对稻茬小麦连麦 6 号产量及生长发育的影响。结果表明, 推迟播期, 连麦 6 号和烟农 19 籽粒产量、穗数、LAI 及花后干物质积累量均显著下降; 增加中后期施氮比例, 连麦 6 号籽粒产量、穗数、LAI、干物质积累量和旗叶 SPAD 值等均不同程度升高。综合来看, 连麦 6 号在 10 月 19 日前后播种, 30:10:30:30 施氮比例下可实现较高的产量与群体质量。

**关键词:** 小麦; 播期; 施氮比例; 产量; 生长发育特性

**中图分类号:** S512.1      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-4440(2017)06-1266-06

## Response of grain yield of Lianmai 6 to the interaction between sowing date and application rate of nitrogen

CHEN Feng<sup>1</sup>, FAN Ji-wei<sup>1</sup>, GUO Ming-ming<sup>1</sup>, LI Qiang<sup>1</sup>, ZHAO Xue-jun<sup>2</sup>, SUN Zhong-wei<sup>1</sup>,  
WANG Kang-jun<sup>1</sup>, ZHANG Guang-xu<sup>1</sup>, PU Han-chun<sup>1</sup>, DAI Dan-dan<sup>3</sup>

(1. Lianyungang Academy of Agricultural Sciences, Lianyungang 222006, China; 2. Guanyun County Plant Protection Station, Lianyungang 222200, China; 3. Lianyungang City Agriculture Committee, Lianyungang 222006, China)

**Abstract:** To explore the influence of sowing date and application rate of nitrogen on growth and grain yield of Lianmai 6, the experiment was conducted on Dongxin experimental base of Lianyungang academy of agricultural sciences from 2015 to 2016. The main objective was to study the influence of sowing date and application rate of nitrogen on growth and grain yield by using middle-strong gluten wheat (Lianmai 6) and strong gluten wheat (Yannong 19) as materials. The main results were as follows: with delaying of sowing date, the grain yield, ear, LAI and dry matter accumulation amount after anthesis of Lianmai 6 and Yannong 19 were all decreased significantly. By increasing application rate of nitrogen at middle and late growth stage, the grain yield, ear, LAI, dry matter accumulation amount after anthesis and the SPAD reading in flag leaves of Lianmai 6 were all increased. In conclusion, the higher grain yield and better group quality could be achieved when Lianmai 6 was sown on October 19<sup>th</sup> and the application rate of nitrogen was 30:10:30:30.

**Key words:** wheat; sowing date; application rate of nitrogen; grain yield; growth and development characteristics

收稿日期: 2017-07-26

基金项目: 江苏省农业三新工程项目[SXGC(2016)120]; 中央财政农业技术推广项目[TG(15)063]

作者简介: 陈 凤(1973-), 女, 江苏连云港人, 硕士, 副研究员, 主要从事小麦育种及优质高产栽培研究。(E-mail) tulips1973@126.com

播期在一定程度上影响小麦的产量<sup>[1-2]</sup>。合理的播期有利于产量构成三要素的协调发展,最终提高产量<sup>[3]</sup>。研究结果表明,推迟播期,产量均呈下降趋势,但各产量构成因子因播期推迟程度的不同表现出不同的特征<sup>[4-5]</sup>,如吴九林等<sup>[6]</sup>研究认为,推迟播期(较适宜播期迟 7 d 左右)会使穗数减少;也有研究结果表明,适当推迟播期,穗粒数先提高,但当播期推迟到某一临界值时,穗粒数又开始下降<sup>[7-8]</sup>。氮素影响小麦植株的代谢和生长发育,适量施用氮肥可通过调节土壤的供氮能力和植株的吸氮能力提高小麦产量<sup>[9]</sup>。大多数研究结果表明,增加后期追氮比例能协调群体与个体关系,提高花后干物质积累量,改善群体质量,最终实现高产<sup>[10-13]</sup>。连麦 6 号系新近育成的半冬性、中强筋小麦品种,为了充分发挥其增产潜力,本研究设置了播期和施氮比例互作试验,并增加了烟农 19 为对照品种,研究其产量、产量构成因素及生长发育的变化规律,探明该小麦品种高产的最佳播期和施氮比例协同模式,以期为该品种高产栽培提供理论依据。

## 1 材料与方 法

试验于 2015-2016 年在连云港市农业科学院东辛试验基地进行,试验田前茬为稻茬,土壤类型为潮盐土,有机质 15.0 g/kg,全氮 1.1 g/kg,有效磷 57.2 mg/kg,速效钾 414.0 mg/kg,土壤 pH 值为 7.54。

### 1.1 试验材料与 设计

试验采用品种×播期×施氮比例三因素设计,以供试品种为主区,供试品种为中强筋小麦连麦 6 号和强筋小麦烟农 19;以播期为裂区,设 10 月 19 日(10-19)和 11 月 9 日(11-09)2 个水平;以施氮比例(基肥:分蘖肥:拔节肥:孕穗肥)为小裂区,设 70:10:20:0、50:10:20:20、30:10:30:30 3 个水平。基本苗为每 1 hm<sup>2</sup>2.25×10<sup>6</sup>。各处理均施底肥 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60 kg/hm<sup>2</sup>。试验小区面积为 13.50 m<sup>2</sup>(6.00 m×2.25 m),播深 2~3 cm,重复 3 次。出苗后,每小区标记 2 个样点,供生长期调查,其余管理措施同高产大田。

### 1.2 测定项目和 方法

分别于越冬期、拔节期、孕穗期、开花期和成熟期测定各处理叶面积指数,叶面积指数=样点叶面积/样点面积。同时每小区取样 10 株,带回实验室测定小麦群体茎蘖数。将植株样本置于烘箱中,杀

青、烘干、称质量,计算各生育时期小麦群体干物质积累量。每小区进行实收测产。待旗叶完全展开时,采用日本产 SPAD-502 叶绿素计测定旗叶中部叶绿素相对含量,开花期及花后每 5 d 测 1 次,花后 35 d 结束,每个处理重复 10 次。

### 1.3 数据分析 方法

数据采用 Excel 2003、SPSS18.0、DPS 6.55 等软件进行计算、绘图及统计分析。

## 2 结果与分 析

### 2.1 播期和施氮比例互作对连麦 6 号产量及构成因素的影响

由表 1 可以看出,不同播期和施氮比例互作对小麦籽粒产量及其构成因素均有一定影响,在各处理条件下,连麦 6 号籽粒产量均高于对照品种烟农 19。随着播期推迟,2 个小麦品种籽粒产量和穗数均显著下降。施氮比例对 2 个不同小麦品种产量均有不同程度的影响,在 10 月 19 日播期下,连麦 6 号和烟农 19 分别在 30:10:30:30 和 50:10:20:20 施氮比例下产量达到最高水平,其中籽粒产量在 50:10:20:20 和 30:10:30:30 施氮比例间差异未达到显著水平。而在 11 月 9 日播期下,烟农 19 穗数和每穗粒数在 50:10:20:20 和 30:10:30:30 水平间差异均达到显著水平,连麦 6 号和烟农 19 具有相同的变化规律;随着施氮的后移,2 个小麦品种产量均有所提升,在 30:10:30:30 施氮比例水平下达到最大值。说明在适播条件下,连麦 6 号和烟农 19 的产量分别在 30:10:30:30 和 50:10:20:20 施氮比例下较高;而在晚播时,连麦 6 号和烟农 19 合理的施氮比例均为 30:10:30:30。

### 2.2 播期和施氮比例对连麦 6 号群体叶面积指数的影响

由图 1 可知,小麦品种连麦 6 号和烟农 19 的群体叶面积指数(LAI)随着生育进程均呈现先升后降的趋势,并在孕穗期达到最大值。但 LAI 在 2 个品种间的变化规律有一定差异。连麦 6 号的 LAI 在返青期之前缓慢升高,在返青期至孕穗期迅速升高,到开花期缓慢下降;而烟农 19 的 LAI 在越冬期之后显著提升,孕穗期之后下降比较明显。播期和施氮比例互作对 2 个小麦品种的 LAI 均有一定的影响。播期推迟,2 个不同品种小麦各生育时期 LAI 均不同程度下

降,其中烟农 19 在 70 : 10 : 20 : 0 施氮比例条件下孕穗期 LAI 下降较为明显。随着施氮的后移,连麦 6 号的 LAI 不断升高,且在孕穗期 3 个施氮比例间差异较大;而烟农 19 的 LAI 随着施氮的后移先升高后降低,在 50 : 10 : 20 : 20 施氮比例条件下达到最大值;

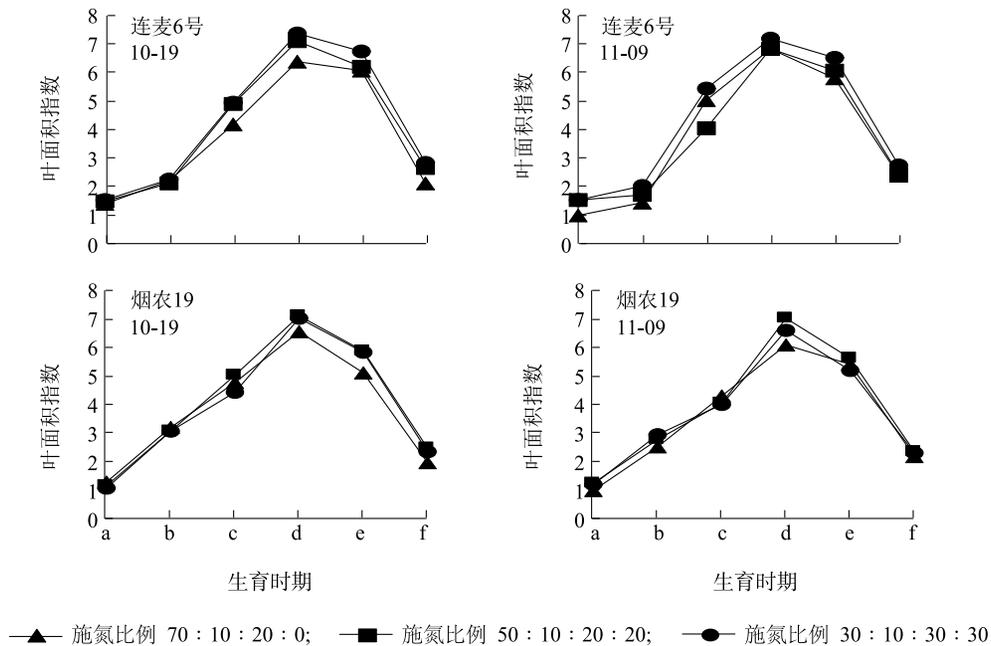
在 11 月 9 日播期条件下,烟农 19 3 个施氮比例下 LAI 在孕穗期差异较大。在播期和施氮比例互作条件下,连麦 6 号和烟农 19 分别在 10 月 19 日播期、30 : 10 : 30 : 30 施氮比例和 10 月 19 日播期、50 : 10 : 20 : 20 施氮比例下能够保持较高的 LAI。

表 1 播期和施氮比例互作条件下小麦籽粒产量及其构成因素

Table 1 Grain yield and its components of wheat under condition of the interaction between sowing date and application rate of nitrogen

品种	播期 (月-日)	施氮比例	穗数 ( $\times 10^4$ , $1 \text{ hm}^2$ )	每穗粒数	千粒质量 (g)	籽粒产量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )
连麦 6 号	10-19	70 : 10 : 20 : 0	617.5b	34.6b	37.4cd	7 486.32b
		50 : 10 : 20 : 20	621.4ab	36.3a	37.9bc	7 901.58a
		30 : 10 : 30 : 30	616.0b	36.5a	38.2b	7 971.29a
	11-09	70 : 10 : 20 : 0	606.5c	33.1de	37.5cd	7 153.29c
		50 : 10 : 20 : 20	605.5c	33.8c	37.6cd	7 396.70bc
		30 : 10 : 30 : 30	599.3d	33.7cd	37.8bc	7 513.88b
烟农 19	10-19	70 : 10 : 20 : 0	626.7a	32.5f	38.3b	7 343.15bc
		50 : 10 : 20 : 20	629.0a	32.8ef	39.1a	7 590.13b
		30 : 10 : 30 : 30	622.5ab	33.7cd	39.3a	7 528.32b
	11-09	70 : 10 : 20 : 0	612.0bc	32.7ef	37.2d	6 867.31d
		50 : 10 : 20 : 20	614.3bc	32.6ef	37.8bc	7 160.21c
		30 : 10 : 30 : 30	607.8c	32.3f	38.2b	7 335.42bc

同列数据后不同小写字母表示差异达 5% 显著水平。



a: 越冬期; b: 返青期; c: 拔节期; d: 孕穗期; e: 开花期; f: 花后 21 d。

图 1 播期和施氮比例互作对小麦 LAI 的影响

Fig.1 Effects of sowing date and application rate of nitrogen on LAI of wheat

### 2.3 播期和施氮比例对连麦 6 号群体干物质积累量的影响

由表 2 可知,2 个小麦品种不同处理下干物质积累量均随着生育进程的推进而不断升高,并在成熟期达到最高。各处理条件下,花后干物质积累量在 2 个品种间表现为连麦 6 号高于烟农 19。推迟播期,2 个小麦品种生育期干物质积累量均不同程度下降;增加中后期施氮比例,小麦各生育期干物质积累量均随之升高,但 2 个品种间存在差异。适播(10-19 播期)条件下,适当增加中后期施氮比例至 50 : 10 : 20 : 20,连麦 6 号越冬期、拔节期、开花期和成熟期干物质积累量均呈升高的趋势,继续增加中后期施氮比例(30 : 10 : 30 : 30),连麦 6 号花后

干物质积累量随之不断提高,但与 50 : 10 : 20 : 20 施氮比例间无显著差异。而烟农 19 随着施氮的后移,花后干物质积累量呈先升高后降低的趋势,表现为 50 : 10 : 20 : 20 > 30 : 10 : 30 : 30 > 70 : 10 : 20 : 0。而在适当晚播(11-09 播期)条件下,2 个小麦品种花后干物质积累量随施氮的不断后移而呈升高趋势。说明在晚播条件下,适当增加中后期施氮比例可以有效增加花后干物质积累量,这与 2 个品种小麦籽粒实际产量规律表现一致。由此可知,连麦 6 号和烟农 19 分别在 30 : 10 : 30 : 30 和 50 : 10 : 20 : 20 施氮比例下可保持较高的花后干物质积累量,有助于高产形成。

表 2 播期和施氮比例对小麦干物质积累量的影响

Table 2 Effects of sowing date and application rate of nitrogen on dry matter accumulation amount of wheat

品种	播期 (月-日)	施氮比例	干物质积累量(kg/hm <sup>2</sup> )				
			越冬期	拔节期	开花期	成熟期	花后至成熟期
连麦 6 号	10-19	70 : 10 : 20 : 0	1 157abcd	3 140ef	12 420d	16 782de	4 362abc
		50 : 10 : 20 : 20	1 281a	3 321cde	12 502d	17 213c	4 711a
		30 : 10 : 30 : 30	1 262ab	3 410cde	13 157b	17 982ab	4 826a
	11-9	70 : 10 : 20 : 0	1 076cd	2 883f	11 362f	15 216g	3 854cd
		50 : 10 : 20 : 20	1 211abc	3 084ef	12 922c	16 994cd	4 072bcd
		30 : 10 : 30 : 30	1 195abc	3 306cde	12 355de	16 607e	4 252abcd
烟农 19	10-19	70 : 10 : 20 : 0	1 018de	3 178ef	12 883c	17 092cd	4 209abcd
		50 : 10 : 20 : 20	1 092bcd	3 675bc	13 607a	18 103a	4 497ab
		30 : 10 : 30 : 30	1 170abcd	4 085a	13 268b	17 668b	4 400abc
	11-9	70 : 10 : 20 : 0	933 e	3 082ef	12 186e	15 817f	3 631d
		50 : 10 : 20 : 20	1 063cde	3 528bcd	13 082bc	16 780de	3 698d
		30 : 10 : 30 : 30	1 145abcd	3 838ab	12 920c	16 853cde	3 933bcd

### 2.4 播期和施氮比例对连麦 6 号旗叶 SPAD 值的影响

图 2 表明,连麦 6 号旗叶 SPAD 值在花后 15 d 达到最高,花后 15 d 以后缓慢下降,花后 30 d 后下降较为明显;而烟农 19 旗叶 SPAD 值在花后 10 d 达到最大值,花后 25 d 后急剧下降。各处理下,连麦 6 号旗叶 SPAD 值高于烟农 19。推迟播期,2 个小麦品种花后旗叶 SPAD 值呈下降趋势,其中连麦 6 号和烟农 19 旗叶 SPAD 值分别在 30 : 10 : 30 : 30 和 50 : 10 : 20 : 20 施氮比例水平下花后 30 d 之前均延缓了叶片衰老,SPAD 值下降幅度较小,之后可能

是高温逼熟原因,SPAD 值急剧下降,但至花后 35 d 左右仍较高,即在不同播期条件下氮肥后移均延缓了衰老。

## 3 讨论

播期对小麦产量及群体质量均有一定影响<sup>[14-15]</sup>。适宜的播期有利于壮苗的培育,最终使穗数、穗粒数和粒质量协调发展<sup>[16]</sup>。贾效成等<sup>[17]</sup>的研究结果表明,适当增加追氮比例,有利于提高旱茬小麦的产量。同时 Blankenau 等<sup>[18]</sup>研究指出,提高拔节期施氮比例可使小麦产量增加 3.1%。本试验

结果表明,2个小麦品种在播期推迟的条件下会导致籽粒产量和穗数明显下降,而对千粒质量无显著影响。适播(10-19)条件下,适当增加中后期施氮比例,有利于增加连麦6号和烟农19 2个小麦品种的籽粒产量,继续增加后期施氮比例,产量会随之降低,但差异不显著。而在晚播(11-09)条件下,不断增加中后期施氮比例至30:10:30:30时,有利于提高连麦6号和烟农19的籽粒产量。基于前人的研究成果,黄淮麦区小麦品种的适宜播期均不宜过迟,且在晚播条件下,氮肥适当后移有利于小麦高产的形成。有研究表明,拔节期重施氮肥可以提高灌浆强度,最终增加籽粒干物质积累量<sup>[19]</sup>。分析

本试验播期与施氮比例互作对小麦干物质积累量的影响,结果表明,推迟播期均会降低2个小麦品种生育期干物质积累量;适播条件下,适当增加中后期施氮比例有助于增加连麦6号和烟农19主要生育时期干物质积累量及花后干物质积累量,而在晚播条件下,30:10:30:30施氮比例下更有利于2个小麦品种花后干物质的积累。说明在晚播条件下,适当增加中后期施氮比例可以有效增加花后干物质积累量,这与2个品种小麦籽粒实际产量规律表现一致。在同一施氮比例或者同一播期水平下,连麦6号籽粒产量要高于对照品种烟农19。

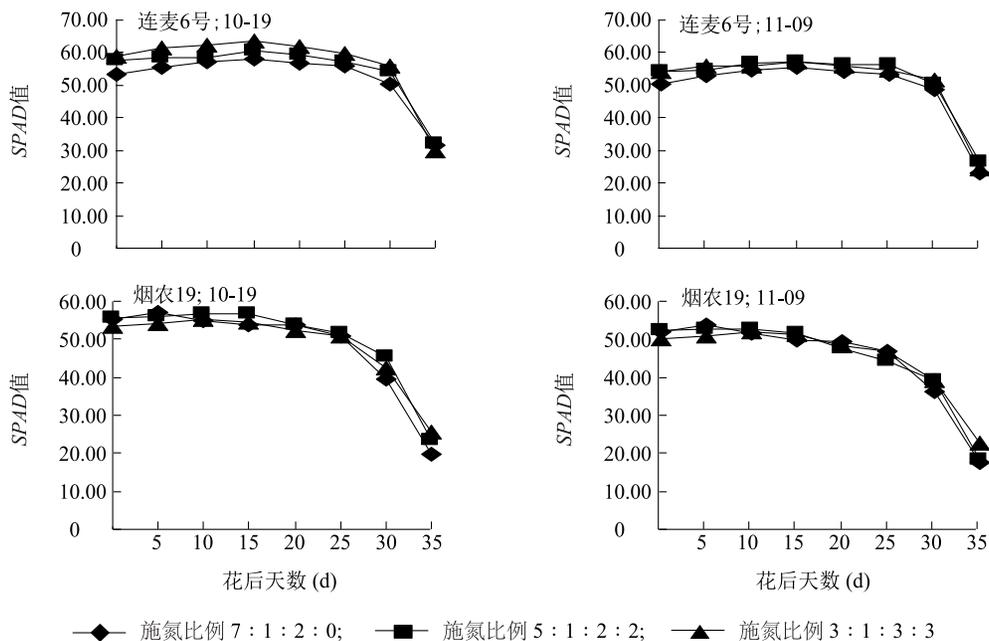


图2 播期和施氮比例对小麦旗叶 SPAD 值的影响

Fig.2 Effects of sowing date and application rate of nitrogen on SPAD reading in flag leaves of wheat

小麦高产要有较大的光合绿叶面积作为保障<sup>[20]</sup>,适宜的播期有利于提高小麦群体的叶面积指数<sup>[5]</sup>,增加后期氮肥能够延缓叶面积和叶绿素的衰减,有利于保持较大的叶面积,对小麦高产形成起着很重要的作用<sup>[21-23]</sup>。本试验结果表明,随着生育进程的推进,至成熟期,连麦6号LAI下降幅度小于对照品种烟农19;而相比于烟农19,连麦6号旗叶SPAD值出现急剧下降的时间要相对较晚,更有利于光合产物的积累。播期推迟会造成小麦LAI和花后旗叶SPAD值下降,其中在施氮比例70:10:

20:0条件下对烟农19的LAI影响较大。适当增加小麦生育中后期施氮比例,对连麦6号旗叶SPAD值的提升幅度较大。说明适当的播期和施氮比例有利于小麦LAI和SPAD值的提高,延缓叶片衰老,进而提高产量。本试验中未设置更多的播期水平,如何能够更加深入地探明连麦6号产量及群体结构特征,并最终获得高产,还有待于进一步研究。

综合本试验结果,连麦6号在10月19日前后播种,施氮比例30:10:30:30下能够保持较高的产量及群体质量,且在各地处理下,连麦6号产量及生

长发育特性要优于对照品种烟农 19。

#### 参考文献:

- [1] 李友军,谷登斌,韩如岩,等.晚播小麦高产栽培途径与技术研究[J].麦类作物,1997,17(5):46-49.
- [2] 曹广才,吴东兵.不同类型小麦品种在非正常播期中的生育表现及其意义[J].中国农业气象,1992,13(6):1-5.
- [3] 余泽高,覃章景,李 力.小麦不同播期生长发育特性及若干性状的研究[J].湖北农业科学,2003(5):24-26.
- [4] 曲善珊,李松坚,孙锡勇,等.不同播期、基本苗对小麦产量及构成三因素的影响[J].青岛农业大学学报(自然科学版),2013,30(1):22-25.
- [5] 王 夏,胡 新,孙忠富,等.不同播期和播量对小麦群体性状和产量的影响[J].中国农学通报,2011,27(21):170-176.
- [6] 吴九林,彭长青,林昌明.播期和密度对弱筋小麦产量与品质影响的研究[J].江苏农业科学,2005,33(3):36-38.
- [7] 阴卫军,刘 霞,倪大鹏,等.播期对优质小麦籽粒灌浆特性及产量构成的影响[J].山东农业科学,2005(5):16-22.
- [8] SAYED H I, CADA UAH A M. Variation in dry matter and grain filling characteristics in wheat cultivars[J]. Field Crop Research, 1983, 7(1):61-71.
- [9] 王秀英.氮添加对小麦光合特性及产量的影响[J].江苏农业科学,2015,43(2):77-81.
- [10] 彭永欣,郭文善,严六零,等.小麦产量生理调节机理及应用技术研究[J].麦类作物,1995,15(2):36-39.
- [11] 黄严帅,范袁斌,李炳生,等.氮肥运筹对弱筋小麦宁麦 9 号群体结构和产量的影响[J].农业基础科学,2008, 24(9):122-126.
- [12] 林 明,马光辉,朱新开,等.氮肥运筹对优质小麦 95-8 的调控效应[J].江苏农业研究,2000,21(1):16-19.
- [13] 赵广才,刘利华,杨玉双,等.不同追肥比例对小麦产量和品质的影响[J].北京农业科学,2000,18(5):7-9.
- [14] 郭春强,罗 鹏,曹燕燕,等.播期因子对冬小麦产量及其构成因素的效应[J].江苏农业科学,2015,43(2):86-88.
- [15] 于 凯,王廷利,曲日涛,等.冬小麦新品种‘烟农 5158’播期播量研究[J].中国农学通报,2011,27(21):53-57.
- [16] 李成军,张其鲁,王冰林.小麦产量三因子最佳组合及其选择[J].山东农业科学,2006(3):18-20.
- [17] 贾效成,于振文,张永丽.氮素不同底追比例对冬小麦品质和产量的影响[J].山东农业科学,2001(6):30-31.
- [18] BLANKENAU K, OLFS H W, KUHLMANN H. Strategies to improve the use efficiency of mineral fertilizer nitrogen applied to winter wheat[J]. Journal of Agronomy & Crop Science, 2002, 188(3):146-154.
- [19] 李友军,付国占,刘丰明,等.拔节期重施氮肥对小麦群体质量和产量的影响[J].麦类作物学报,1997,17(5):41-45.
- [20] 张保军,冯佰利,蒋纪云,等.杂种小麦产量的密度效应及光合产物分配规律研究[J].麦类作物学报,1998,18(3):39-41.
- [21] 孙旭生,林 琪,李玲燕,等.氮素对超高产小麦生育后期光合特性及产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2008,14(5):840-844.
- [22] 田纪春,陈建省,王延训,等.氮素追肥后移对小麦籽粒产量和旗叶光合特性的影响[J].中国农业科学,2001,34(1):1-4.
- [23] 陈俊才,邱 江,孙敬东,等.不同密度及氮肥运筹对弱筋小麦产量和品质的影响[J].作物杂志,2007(2):25-28.

(责任编辑:陈海霞)