

氮肥施用对信麦9号生长发育和产量的影响

周国勤¹, 谢旭东¹, 李宇峰^{1*}, 李玉翠², 李刚¹, 尹志刚¹, 王磊¹, 陈真真¹

(1. 信阳市农业科学院, 河南信阳 464000; 2. 淮滨县农业技术推广中心试验场, 河南信阳 464000)

摘要 [目的]研究豫南稻茬小麦合理的氮肥施用量及其适宜播种方式。[方法]以信麦9号为材料,研究信麦9号在条播和撒播2种播种方式下,不同氮肥(0、150和225 kg/hm²)施用量对信麦9号植株生长发育及其产量的影响。[结果]增施氮肥可显著提高小麦产量,主要是通过保证穗数的前提下,提高穗粒数来实现的,而对千粒重的影响较小。增施氮肥显著提高信麦9号的株高、穗长及其每穗小穗数,降低不孕小穗数;其中不孕小穗数对产量的影响更大。增施氮肥显著降低了植株主茎叶龄,增加了单株次生根条数及叶片的叶绿素含量,改善了信麦9号的茎蘖动态变化。撒播与条播相比,撒播在适氮环境下产量较高,条播在高氮环境下产量较高。[结论]在一定范围内增施氮肥可显著提高小麦的产量,改善植株的生长发育,可对豫南稻茬麦区信麦9号的生产提供科学的理论指导。

关键词 信麦9号;氮肥施用量;产量

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)26-0025-04

Effects of Nitrogen Application Rates on Growth and Development of Plant, and Grain Yield in Xinmai 9

ZHOU Guo-qin, XIE Xu-dong, LI Yu-feng* et al (Xinyang Academy of Agricultural Sciences, Xinyang, Henan 464000)

Abstract [Objective] The aim is to research the reasonable nitrogen application rates and proper sowing methods. [Method] Taking Xinmai 9 as trial material, the effects of nitrogen application rates on growth and development and grain yield of wheat were studied using two sowing methods (mechanical drilling and artificial broadcasting) and three nitrogen levels (0, 150, 225 kg/hm²). [Result] The application of N fertilizer can increase the grain yield of wheat significantly by ensuring spike number mainly and grain number per spike, but the effect on 1 000-grain weight was not significant. The application of N fertilizer significantly increased the plant height, spike length and the number of grains per spike, but decreased the number of infertile ears; and the effect of the number of infertile ears on grain yield was greater. The application of N fertilizer significantly decreased leaf age of main stem, but increased secondary roots and chlorophyll content of flag leaf, and improved the dynamic of tillers of Xinmai 9. Compared with the mechanical drilling, the grain yield of artificial broadcasting was higher under low-N, but the grain yield of mechanical drilling was higher under high-N. [Conclusion] The application of N fertilizer within certain limits could increase the grain yield of wheat significantly, and improve the growth and development of winter wheat plant, which can offer theoretical guidance for winter wheat production in southern Henan Province.

Key words Xinmai 9; Nitrogen application rates; Grain yield

氮肥作为植株生长发育所必需的大量营养元素之一,对控制小麦产量和品质具有重要作用^[1-4]。前人关于氮肥对小麦产量及植株生长发育的影响的研究较多,朱新开等^[5]研究表明,中筋小麦扬麦10号施氮量在266.50 kg/hm²时,增施氮肥可以提高小麦产量,施氮量在266.50~309.98 kg/hm²时,增施氮肥籽粒产量开始下降,超过309.98 kg/hm²时,再增施氮肥,籽粒产量下降幅度较大。张定一等^[6]研究表明,施氮量对穗数、成穗数和产量的影响较大,籽粒质量和品质主要取决于品种的遗传特性。徐凤娇等^[7]研究表明,施氮量在0~360 kg/hm²时,增加施氮量可有效减缓叶绿素的降解,抑制旗叶全氮含量降低。刘莘等^[8]研究表明,在小麦生产过程中,控释氮肥可利于小麦产量的提高。

随着产业结构的调整,近年来长江流域稻茬小麦的耕种面积在不断增加^[9]。稻茬麦是我国南方麦区最主要的种麦方式之一,全国种植面积在500万hm²左右,豫南地区作为稻茬小麦的主要种植区,其常年种植面积在40万hm²以上,但由于受光照相对不足、土壤类型复杂、适耕性差、栽培技术与机械不配套,特别是氮肥施用不合理等原因的影响,导致该地区小麦平均单产常年仅在4500 kg/hm²左右^[10]。优化

栽培措施是小麦高产稳产的基础,而通过氮肥的施用来改善植株的生长发育,提升地力水平是豫南稻茬小麦生产过程中需要解决的重要问题^[11-12]。为此在豫南信阳地区布置不同施氮量对信麦9号产量及其生长发育的影响的试验,调查分析不同氮肥水平下信麦9号农艺性状、叶龄、次生根、SPAD值及其茎蘖动态的变化,为豫南稻茬小麦氮肥合理施用和精确定量栽培提供科学和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 河南省信阳市农业科学院浉河区试验基地(32.10°E, 114.06°N, 海拔650 m)地处秦岭-淮河分界线,属亚热带向暖温带过渡区,年平均气温15.7~16.6℃,降雨量930~1150 mm,日照时数1500~1600 h,无霜期217~228 d。试验年度气象条件见表1。试验田前茬为水稻,土质为水稻土。试验田块土壤肥力中等,小麦播种前0~20 cm基础养分含量为全氮0.794 g/kg,有效磷1.15 mg/kg,速效钾82.66 mg/kg,有机质14.50 g/kg, pH为6.05。

1.2 试验设计 试验采用播种方式和施氮两因素裂区设计。供试品种为弱春性品种信麦9号,2014年由信阳农业科学院选育。主区为播种方式,设条播(播量为150.0 kg/hm²)和撒播(播量262.5 kg/hm²);副区为施氮处理,设N₀(0 kg/hm²)、N₁₅₀(150 kg/hm²)和N₂₂₅(225 kg/hm²)3个供氮水平。共计6个处理,3次重复。其中,磷、钾肥按照P₂O₅ 150 kg/hm²、K₂O 90 kg/hm²作为基肥施用,N肥按6:4基追比施用,氮肥在起身一拔节期追施。试验于10月20日播

基金项目 “十二五”国家科技支撑计划项目(2015BAD26B01);河南省小麦产业技术体系专项资金(Z2010-01)。

作者简介 周国勤(1974—),女,河南南阳人,副研究员,从事小麦新品种选育及小麦高产栽培研究。*通讯作者,研究员,从事小麦育种与栽培研究。

收稿日期 2017-06-30

种,小区面积为 12 m^2 ($3\text{ m}\times 4\text{ m}$),行距 20 cm ,三叶期定苗。其他田间管理措施同当地大田高产栽培。

表1 小麦不同生育阶段的积温、日照和降水

Table 1 Accumulated temperature, sunshine duration and precipitation of wheat at different growth stages

序号 No.	生育时期 Growth stage	日期 Date	$\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温 Accumulated temperature $^{\circ}\text{C}$	日照时数 Sunshine duration h	降雨量 Precipitation mm
1	播种—冬前	10—20—12—17	608.3	222.5	107.8
2	冬前—起身	12—17—03—02	440.9	289.4	57.1
3	起身—拔节	03—02—03—23	213.5	68.7	60.6
4	拔节—开花	03—23—04—15	305.8	107.5	69.4
5	开花—成熟	04—15—05—24	818.2	247.8	134.5

1.3 测定项目与方法

1.3.1 叶龄、次生根、SPAD值及其茎蘖数。于小麦的每个主要生育时期,从各小区随机取长势均匀单茎的剑叶,采用SPAD-502型叶绿素计(KONICA MINOLTA,日本)测定SPAD值,每个小区重复5次,取其平均值^[13]。于越冬期、返青期、拔节期、开花期、成熟期调查田间茎蘖数;各小区取10株,测定其叶龄、次生根等。

1.3.2 产量及其相关农艺性状。成熟期分小区调查产量、穗数、穗粒数、千粒重及其相关农艺性状,每个小区收获 4 m^2 计产,折算成水分含量13%时的产量。

1.4 统计分析 采用Excel 2003和SPSS 18.0软件对数据进行整理统计分析和作图。

2 结果与分析

2.1 氮肥施用对信麦9号产量及其产量构成的影响 由表2可知,氮肥施用在一定范围内可以显著提高条播和撒播的籽粒产量,条播下表现为 $N_{225} > N_{150} > N_0$,撒播下表现为 $N_{150} > N_{225} > N_0$ 。在 N_0 和 N_{150} 氮肥水平下,撒播的籽粒产量显著高于条播;在 N_{225} 水平下,条播的籽粒产量显著高于撒播。表明在高氮环境下,条播更适宜该区域。通过对产量构成三要素分析可知,增施氮肥提高小麦产量主要是通过保证穗数的前提下,提高穗粒数来实现的,而对千粒重的影响较小。

表4 信麦9号农艺性状与产量的相关性分析

Table 4 Correlation analysis between agronomic traits and yield of Xinmai 9

项目 Project	株高 Plant height	穗长 Spike length	每穗小穗数 Number of spikelet per spike	不孕小穗数 Number of infertile ears	产量 Yield
株高 Plant height	1.000				
穗长 Spike length	0.895**	1.000			
每穗小穗数 Number of spikelet per spike	0.695**	0.933**	1.000		
不孕小穗数 Number of infertile ears	-0.875**	-0.951**	-0.901**	1.000	
产量 Yield	0.924**	0.948**	0.831**	-0.974**	1.000

注: **表示在0.01水平差异显著

Note: ** stand for significant differences at 0.01 level

2.2 氮肥施用对信麦9号叶龄、次生根及其SPAD(叶绿素含量)的影响 由图1~3可知,同一生育时期内,氮肥施用能够显著改善信麦9号植株的生长发育。氮肥施用显著降

表2 氮肥施用对产量及其产量构成要素的影响

Table 2 Effect of nitrogen application rate on yield and its components

播种方式 Sowing mode	施氮量 Nitrogen application rate kg/hm ²	穗数 Spike number 万穗/hm ²	穗粒数 Grain number per spike 粒	千粒重 1 000-grain weight g	产量 Yield kg/hm ²
条播	0	338 e	25.3 f	37.13 c	1 492 h
Mechanical	150	473 c	37.0 bc	38.54 ab	5 324 c
drilling	225	493 b	37.8 b	38.88 a	6 074 a
撒播	0	411 d	17.5 g	37.62 b	1 862 g
Artificial	150	502 ab	36.6 c	37.92 b	5 584 b
broadcasting	225	534 a	38.8 a	38.22 ab	4 676 d

2.2 信麦9号的农艺性状及其与产量的相关性分析 由表3可知,在不同氮肥处理下,信麦9号的相关农艺性状的表现有差异。氮肥施用显著提高了信麦9号的株高、穗长及其每穗小穗数,条播条件下分别增加35.2%~48.7%、33.8%和3.9%~9.6%,撒播条件下分别增加26.0%~26.8%、50.0%~58.3%和21.3%~23.1%,但显著降低了不孕小穗数,条播条件下降低了37.8%~44.4%,撒播条件下降低了40.0%~46.0%。在2种播种方式下 N_0 处理各农艺性状与施氮处理(N_{150} 、 N_{225})均差异显著。表4显示,各农艺性状中,与产量的相关程度依次为不孕小穗数(-0.974)>穗长(0.948)>株高(0.924)>每穗小穗数(0.831)。表明在该试验条件下,不孕小穗数对产量的影响更大。

表3 施氮对信麦9号主要农艺性状的影响

Table 3 Effect of nitrogen application rate on agronomic traits of Xinmai 9

播种方式 Sowing mode	施氮量 Nitrogen application rate kg/hm ²	株高 Plant height cm	穗长 Spike length cm	每穗小穗数 Number of spikelet per spike 穗	不孕小穗数 Number of infertile ears 穗
条播	0	58.5 d	6.8 c	17.8 c	4.5 b
Mechanical	150	87.0 a	9.1b	18.5 b	2.8 d
drilling	225	79.1 b	9.1 b	19.5 a	2.0 f
撒播	0	60.7d	6.0 c	16.0 d	5.0 a
Artificial	150	76.5 c	9.5 a	19.7 a	2.7 de
broadcasting	225	77.0 bc	9.0 b	19.4 a	3.0 c

低了植株主茎叶龄,具体表现为 $N_{225} < N_{150} < N_0$,表明施氮可以推迟植株发育进程,延缓叶片衰老。氮肥施用显著增加了单株次生根条数,具体表现为 $N_{225} > N_{150} > N_0$,表明氮肥施用

可促进次生根的发育。此外,氮肥施用可显著增加叶片叶绿

素含量,这对于增加植株的群体干物质生产具有重要意义。

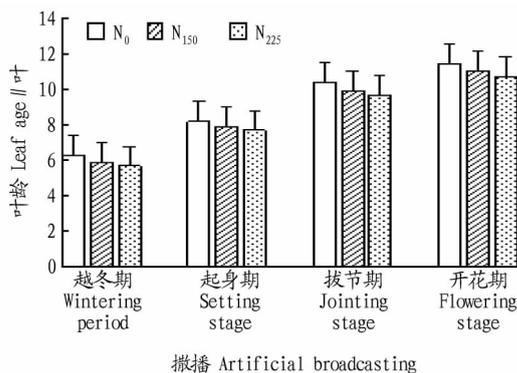
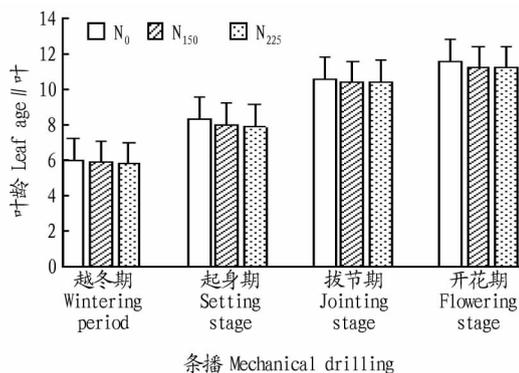


图1 氮肥施用对信麦9号叶龄的影响

Fig.1 Effect of nitrogen application rate on leaf age of Xinmai 9

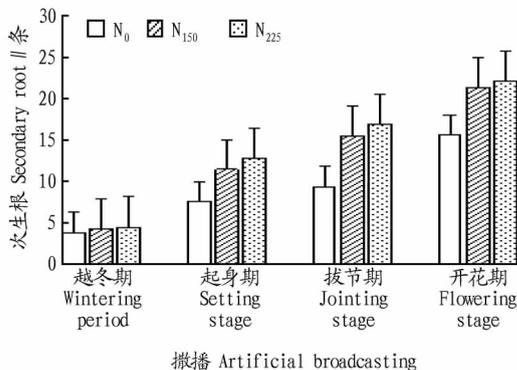
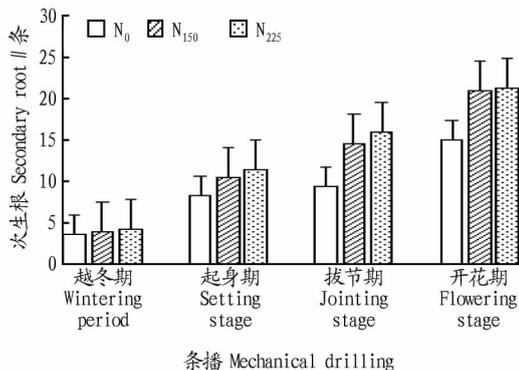


图2 施氮对信麦9号次生根的影响

Fig.2 Effect of nitrogen application rate on secondary root of Xinmai 9

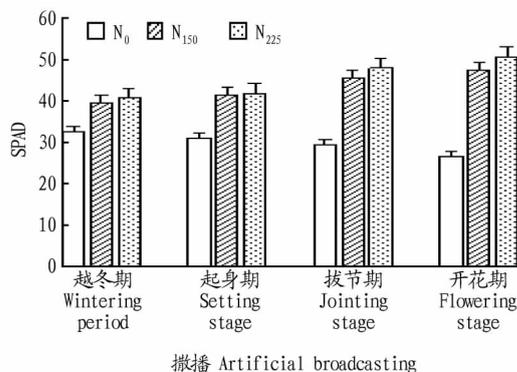
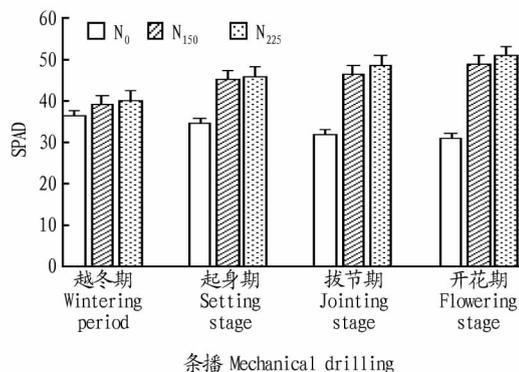


图3 施氮对信麦9号SPAD值的影响

Fig.3 Effect of nitrogen application rate on SPAD of Xinmai 9

2.4 氮肥施用对信麦9号的茎蘖动态的影响 由表5可知,氮肥施用可以显著改善信麦9号的茎蘖动态。氮肥施用显著增加其最高茎蘖数、有效穗数及其成穗率, N₀与N₁₅₀和N₂₂₅之间差异显著, N₁₅₀和N₂₂₅之间差异不显著。在条播条件下分别增加6.5%~7.9%、39.9%~45.8%和13.6%~19.9%,撒播条件下分别增加10.8%~12.6%、21.5%~29.1%和9.4%~14.6%;其单株分蘖数随着氮肥施用先增加后降低。

3 结论与讨论

有关小麦的高产及其产量结构已有诸多研究。丁锦峰等^[14-15]认为长江中下游稻茬麦区实现超高产的关键是在保

证适宜穗数的基础上,协调增加每穗粒数与千粒重。卢百关等^[16]提出,黄淮稻茬麦区9000 kg/hm²其产量结构为穗数700万穗/hm²左右、每穗实粒数>32粒、千粒重>42g。长江中下游稻茬麦由高产到超高产发展,大穗型小麦主要是增加其穗数,多穗型主要是增加其穗粒数,提高千粒重^[17]。牛运生等^[18]提出黄淮麦区对于多穗型品种应在保证其适宜的群体穗数的基础上,增加穗粒数与粒重;对于大穗型品种应促进其分蘖,增加有效穗数。信麦9号属于弱春性多穗型品种,分蘖力强,耐湿性好。该试验主要针对豫南地区小麦产量常年在4500 kg/hm²的现状,初步研究认为,施氮提高信麦9号的产量主要是通过其在保证其穗数前提下,提高穗粒数、穗

定千粒重来实现的。该试验研究和其他人的研究结果相比略有差异,可能与当地的气候状况和小麦品种的选择有关。

表5 氮肥施用对信麦9号茎蘖动态的影响

Table 5 Effect of nitrogen application rate on tiller dynamic of Xinmai 9

播种方式 Sowing mode	施氮肥 Nitrogen kg/hm ²	基本苗 Basic seedling 万株/hm ²	最高茎蘖数 Maximum tiller number//万个/hm ²	有效穗数 Effective Spike number//万穗/hm ²	单株分蘖数 Tiller number per plant	成穗率 Spike rate %
条播	0	332.3 e	666.73 d	338 e	2.06 a	57.14 c
Mechanical drilling	150	339.8 e	709.91 c	473 c	2.10 a	64.92 b
	225	434.8 d	719.24 c	493 bc	1.65 d	68.56 a
撒播	0	559.0 c	923.00 b	413 d	1.56 d	44.82 f
Artificial broadcasting	150	589.0 b	1 023.00 a	502 b	1.83 b	49.03 d
	225	608.0 a	1 039.00 a	533 a	1.71 c	51.35 d

关于小麦的相关农艺性状及其生长发育状况,前人也做过诸多研究。有关学者研究认为,小麦的不同生育时期都与叶片的生长有着同伸和同步关系^[19-20]。孙本普等^[21]研究认为随着叶龄推移和分蘖的增加,发根力越来越强。在拔节至孕穗期为小麦一生中发根最旺盛时期^[22]。李宇峰等^[23]研究认为,适量增施氮肥可增加小麦整个生育期的群体总茎数,增加成穗数提高成穗率。该试验在2个播种方式下,对信麦9号在3个氮肥处理下,其叶龄、次生根、SPAD值、茎蘖动态变化及其相关的农艺性状进行了系统的分析,表明施氮处理显著提高了信麦9号株高、穗长及其每穗小穗数,降低了不孕小穗数;同一生育时期内,施氮显著增加信麦9号的次生根及其SPAD值,降低了叶龄。施氮处理下,信麦9号最高茎蘖数较不施氮处理显著增加6.5%~12.6%。根据该试验结果,初步认为氮肥施用可以显著改善信麦9号的农艺性状及其茎蘖动态,推迟植株发育进程,延缓叶片衰老。但应引起注意的是信麦9号在撒播的情况下,基本苗足,应适当控制春季分蘖,以提高成穗率为主,施氮量要合理控制,以总施氮量180 kg/hm²左右为宜,避免引起倒伏影响产量。

关于豫南稻茬麦区信麦9号的其他生理指标及其群体质量指标等还有待进一步深入研究。

参考文献

- [1] 朱新开,郭文善,周君良,等. 氮素对不同类型专用小麦营养和加工品质调控效应[J]. 中国农业科学,2003,36(6):640-645.
- [2] 张运红,孙克刚,杜君,等. 施氮水平对不同基因型优质小麦干物质积累、产量及氮素吸收利用的影响[J]. 河南农业科学,2017,46(4):10-16.
- [3] 张耀兰,曹承富,杜世州,等. 施氮水平对不同类型小麦产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报,2009,29(4):652-657.
- [4] GAJU O, ALLARD V, MARTRE P, et al. Nitrogen partitioning and remobilization in relation to leaf senescence, grain yield and grain nitrogen concentration in wheat cultivars [J]. Field crops research, 2014, 155: 213-223.

- [5] 朱新开,郭文善,周正权,等. 氮肥对中筋小麦扬麦10号氮素吸收、产量和品质的调节效应[J]. 中国农业科学,2004,37(12):1831-1837.
- [6] 张定一,党建友,王姣爱,等. 施氮量对不同品质类型小麦产量、品质和旗叶光合作用的调节效应[J]. 植物营养与肥料学报,2007,13(4):535-542.
- [7] 徐凤娇,赵广才,田奇卓,等. 施氮量对不同品质类型小麦产量和加工品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2012,18(2):300-306.
- [8] 刘苹,李燕,赵海军,等. 施肥方式对小麦生长、产量及土壤硝态氮含量的影响[J]. 河南农业科学,2017,46(3):66-70.
- [9] 谢迎新,谢旭东,白雪莹,等. 氮肥施用对豫南稻茬小麦群体质量指标及产量的影响[J]. 华北农学报,2017,32(1):165-170.
- [10] 河南省统计局. 河南统计年鉴2015[M]. 中国统计出版社,2015.
- [11] 陈金平. 豫南稻茬麦区小麦生态条件研究[J]. 中国农学通报,2009,25(21):156-160.
- [12] 陆增根,戴延波,姜东,等. 氮肥运筹对弱筋小麦群体指标与产量和品质形成的影响[J]. 作物学报,2007,33(4):590-597.
- [13] 田永超,朱艳,曹卫星,等. 利用冠层反射光谱和叶片 SPAD 值预测小麦籽粒蛋白质和淀粉的积累[J]. 中国农业科学,2004,37(6):808-813.
- [14] 丁锦峰,黄正金,袁毅,等. 稻-麦轮作下 9000 kg/hm² 产量水平扬麦 20 的群体质量及花后光合特征[J]. 作物学报,2015,41(7):1086-1097.
- [15] 丁锦峰,杨佳凤,王云翠,等. 稻茬小麦公顷产量 9000 kg 群体氮素积累、分配与利用特性[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(3):543-551.
- [16] 卢百关,杜永,李筠,等. 黄淮地区稻茬小麦超高产群体特征研究[J]. 中国生态农业学报,2015(1):43-51.
- [17] 余薇,傅兆麟. 大穗型与多穗型小麦单株生产潜力研究[J]. 安徽农学通报,2011,17(17):57-59.
- [18] 于振文,田奇卓,潘庆民,等. 黄淮麦区冬小麦超高产栽培的理论与实践[J]. 作物学报,2002,28(5):577-585.
- [19] 陈若礼,周宗民,李青云,等. 小麦叶龄模式及其在高产栽培上的应用[J]. 中国农学通报,2004,20(3):133-134.
- [20] 李青云,孙秀荣,周宗民,等. 淮北地区小麦叶龄模式及其在高产栽培上的应用[J]. 安徽农业科学,2004,32(2):222-223.
- [21] 孙本普,李萌,李秀云,等. 小麦冬前主茎叶龄数及其应用[J]. 麦类作物学报,2001,21(3):46-50.
- [22] 曹广才,李希达,王士英,等. 小麦主茎总叶数的变异[J]. 作物学报,1990,16(1):73-82.
- [23] 李宇峰,尹志刚,周国勋,等. 氮肥用量对不同品质类型小麦群体动态及产量的影响[J]. 河南农业科学,2013,42(8):12-15.

科技论文写作规范——题名

以最恰当、最简明的词句反映论文、报告中的最重要的特定内容,题名应避免使用不常见的缩略语、首字母缩写词、字符、代号和公式等。一般字数不超过20字。英文与中文应相吻合。英文题名词首字母大写,连词及冠词除外。