



代丽婷,刘宁涛,车京玉,等.氮肥用量对春小麦灌浆特性、产量及其构成因素的影响[J].黑龙江农业科学,2022(5):29-33.

氮肥用量对春小麦灌浆特性、产量及其构成因素的影响

代丽婷,刘宁涛,车京玉,张起昌,马 勇,田 超,尹雪巍

(黑龙江省农业科学院 克山分院,黑龙江 齐齐哈尔 161000)

摘要:为探讨施氮量对春小麦灌浆特性及产量的调节规律,在大田条件下,以中强筋春小麦品种克春 130290 为材料,分析了 4 个施肥水平下春小麦籽粒干重、产量和产量构成因素的差异。结果表明:施肥处理较不施肥处理籽粒干重提高 45.00%~73.60%,籽粒干重在纯氮施用量为 75~82 kg·hm⁻²时,达到最大值;施肥处理较不施肥处理最多增产 1 388.21 kg·hm⁻²,当纯氮施用量为 82 kg·hm⁻²时,产量已达到较高值,为 4 129.95 kg·hm⁻²,继续增施氮肥,氮肥利用率有所降低;施氮量在 75~90 kg·hm⁻²时,小麦的有效穗数、千粒重、单株穗数在施氮量为 82 kg·hm⁻²时达到最高,继续增施氮肥反而降低,穗粒数、穗长、有效小穗数在此范围内差异不大,不孕小穗数在施氮量为 82 kg·hm⁻²时最少。综上表明,本试验条件下春小麦品种克春 130290 在克山地区最适宜的施氮量为 82 kg·hm⁻²。

关键词:春小麦;氮肥;灌浆特性;产量

中国是一个农业大国,小麦是我国第二大粮食作物,其产量的提高对国家粮食安全有着重要意义^[1]。小麦产量不仅与品种特性有关,还与栽培措施密切相关,通过改进栽培措施可以显著提高小麦单产。施肥是影响小麦产量的主要栽培因素之一,提高土壤肥力能够在一定程度上提高小麦产量,其中氮肥对小麦产量起着至关重要的作用^[2]。然而在小麦生长发育过程中,过量的氮肥会降低籽粒对氮元素吸收、利用的效率,过量施肥还会带来环境污染、农业成本投入过高等问题^[3]。因此,在保证小麦产量稳定的前提下,选择适宜的氮肥用量具有重要的理论与实际意义。为配套相应的栽培技术,促进优质小麦生产,于 2021 年在黑龙江省农业科学院克山基地进行了氮肥梯度试验,研究了氮肥用量对中强筋小麦品种克春 130290 的灌浆特性、产量及其构成因素的影响,旨在探讨小麦对氮肥的需求规律,以及氮肥对小麦产量的调节规律,以期黑龙江省克山县及周边地区大面积推广优质中强筋小麦品种、提高种植效益及配套高产栽培技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设置在黑龙江省农业科学院克山分院克山县试验基地(48.03°N,125.87°E)进行,试验地块地势平坦,肥力均匀,前茬作物为春小麦。土壤类型为淋溶黑钙土,土壤 pH6.38,有机质含量为 34.16 g·kg⁻¹,全氮含量为 1.70 g·kg⁻¹,全磷含量为 0.15 g·kg⁻¹,速效氮含量为 120.62 mg·kg⁻¹,速效磷含量为 49.46 mg·kg⁻¹,速效钾含量为 237.24 mg·kg⁻¹。

1.2 材料

供试春小麦为当地主栽的中强筋品种克春 130290,由黑龙江省农业科学院克山分院提供。供试肥料为大颗粒尿素(含 N 46%)、磷酸二铵(含 P₂O₅ 46%、N 18%)、硫酸钾(含 K₂O 50%)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验设 4 个处理(表 1),3 次重复,随机区组排列,每区 10 m 行长、16 行区、15 cm 行距。尿素随种子一次性施入,磷肥、钾肥作为基肥一次性施入,试验区四周设 1 m 保护行。

1.3.2 田间管理 采用 2BF-36 型播种机同时播种施肥,小麦播种时间为 2021 年 4 月 21 日,播种量为 326.80 kg·hm⁻²,基本苗 720 万株·hm⁻²,拔节前喷 50%矮壮素 1 次,3 叶 1 心和 4 叶 1 心时各镇压一次,以防倒伏,及时防治病虫害。2021 年 8 月 3 日收割小麦。

收稿日期:2021-12-21

基金项目:国家小麦产业技术体系克山试验站(CARS-03);黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK 2019CX04-03);黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2021B005);黑龙江省现代农业产业技术小麦协同创新推广体系。

第一作者:代丽婷(1987—),女,硕士,助理研究员,从事春小麦遗传育种与栽培研究。E-mail:dailiting02101987@126.com。

表 1 施肥试验方案

处理	施肥量/(kg·hm ⁻²)		
	纯 N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1(CK)	0	0	0
2	75	75	45
3	82	75	45
4	90	75	45

1.3.3 测定项目及方法 籽粒干重:小麦抽穗扬花期,每个小区选择花期一致,长相、长势、穗子大小基本相同,无病虫害危害的主茎穗 70 个进行挂牌标记。从开花后 7 d 开始取样,每 5 d 取样一次,直至完熟。每个小区取 5 个主茎穗,手工剥粒,用 BPG-9140A 型电热鼓风干燥箱 75 ℃烘干至恒重,用 1‰天平测定穗粒质量,3 次重复^[4]。

籽粒产量及产量构成因素:小麦生育期间各处理选取有代表性的 1 m 双行 2 个定样点,成熟时调查两点平均穗数并换算成单位面积穗数。收获前每处理随机抽取 15 株,进行室内考种,考种指标包括穗粒数、穗长、每株穗数、有效小穗数、不孕小穗数。各小区分别单收脱粒晒干计产,统计各水平 3 次重复平均产量,折算为单位面积籽粒产量,从脱粒晒干的小麦中取样利用数粒仪、分析天平和容重器测定千粒重、容重。

1.3.4 数据分析 使用 Excel 2003 进行数据处理和作图,采用 DPS 7.05 统计软件 Duncan 新复极差法进行多重比较的显著性检验。

2 结果与分析

2.1 氮肥对灌浆过程中籽粒干重的影响

由表 2 可知,春小麦开花后,随生育进程推进,灌浆过程中不同施肥处理籽粒干重变化均呈先快速增长再趋于平稳的趋势,均于成熟期达到最大值,不同施氮量处理籽粒干物质积累也存在差异。籽粒干重在花后 12 d 处理 3、处理 4 最高,花后 17~22 d 处理 2 最高,花后 27 d 处理 2、处理 3 最高;在整个灌浆过程中籽粒干重表现为处理 2、处理 3、处理 4 显著高于处理 1,施肥处理较不施肥处理提高 45.00%~73.60%;籽粒干重的积累在花后 7~17 d 最快,花后 17~27 d 减慢。综上说明,施肥有利于籽粒干物质的积累,在磷钾肥施用一定量的前提下,并不是随着施氮量的增加籽粒干重也一直增加,较高的氮肥用量下,小麦籽粒干重并不能增加,而有降低的趋势。

表 2 氮肥对春小麦灌浆过程中籽粒干重的影响

处理	籽粒干重/g				
	7 d	12 d	17 d	22 d	27 d
1(CK)	0.20 bA	0.41 bB	0.52 bB	0.52 bB	0.53 bB
2	0.31 aA	0.52 aA	0.82 aA	0.91 aA	0.92 aA
3	0.30 aA	0.58 aA	0.81 aA	0.90 aA	0.92 aA
4	0.29 aA	0.58 aA	0.80 aA	0.85 aA	0.89 aA

注:不同大小写字母分别表示在 $P\leq 0.01$ 水平和 $P\leq 0.05$ 水平差异显著。下同。

2.2 氮肥对春小麦产量的影响

由表 3 可知,施肥及增施氮肥在提高春小麦籽粒产量上效果明显,处理 4 产量最高,达到 4 170.16 kg·hm⁻²,其次是处理 3,最低是处理 1,极显著低于其他处理,仅为 2 781.95 kg·hm⁻²,处理 4 较处理 1 增产 1 388.21 kg·hm⁻²,较处理 2 增产 282.09 kg·hm⁻²。回归分析表明,本试验氮肥施用量一定的情况下,实际产量 Y 与氮肥用量 X 呈极显著的线性相关,其方程为 $Y=2\,778+15.619X(R^2=0.992\,9^{**})$ 。上述结果表明不施肥会严重影响小麦产量,在磷钾肥用量一定的前提下,增施氮肥产量随之提高,纯氮施用量在 0~82 kg·hm⁻² 范围内,小麦产量随施氮量的增加显著增加,当纯氮施用量达 90 kg·hm⁻² 时,产量较 82 kg·hm⁻² 处理略有增加,但增加幅度不显著,说明此时的氮肥利用率有所降低。

表 3 氮肥对春小麦产量的影响

处理	实际产量				理论产量
	单位:kg·hm ⁻²				
	I	II	III	平均	
1(CK)	2765.30	2774.46	2806.11	2781.95 cC	3244.30 cC
2	3800.62	3973.86	3889.74	3888.07 bB	4654.74 bB
3	4032.34	4150.45	4207.08	4129.95 aAB	5786.50 aA
4	4270.38	4148.78	4091.31	4170.16 aA	4597.93 bB

2.3 氮肥对产量构成因素的影响

2.3.1 有效穗数 由表 4 可知,小麦有效穗数随施氮量的增加呈先增加后降低的趋势,当施氮量为 82 kg·hm⁻² 时,即处理 3 有效穗数最大,达到 793.40 万穗·hm⁻²,极显著高于其他几个处理。当施氮量为 90 kg·hm⁻² 时,即处理 4 有效穗数却降低,处理 1 有效穗数最低,为 582.76 万穗·hm⁻²,处理 3 有效穗数较处理 1 增加 210.64 万穗·hm⁻²,增幅达 36.15%。以上结果说明,在磷钾肥一定

量的条件下,氮肥用量对小麦有效穗数有显著影响。

2.3.2 穗粒数 每穗粒数以处理 1 最低,仅为 22.43 粒,显著低于其他处理,处理 2 最高,达 29.27粒,处理 2、处理 3、处理 4 穗粒数差异不显著;说明不施肥能显著降低小麦穗粒数,影响产量;当施氮量为 75~90 kg·hm⁻²时,随施氮量的增加穗粒数变化不大。

2.3.3 千粒重 千粒重以处理 3 最高,达 30.47 g,处理 1 最低,为 29.20 g,处理 2、处理 3 显著高于处理 1,由此说明施肥能够使小麦千粒重增大,但是在磷、钾肥施用量一定的情况下,随着施氮量的增加千粒重有降低的趋势,当施氮量为 90 kg·hm⁻²时的千粒重比施氮量为 82 kg·hm⁻²时低 0.80 g。

表 4 氮肥对春小麦产量构成因素的影响

处理	有效穗数/(万穗·hm ⁻²)	穗粒数/粒	千粒重/g
1(CK)	582.76 cB	22.43 bA	29.20 cB
2	616.04 bcB	29.27 aA	30.37 abA
3	793.40 aA	28.16 aA	30.47 aA
4	636.58 bB	28.64 aA	29.67 bcAB

2.4 氮肥对穗部性状及容重的影响

2.4.1 穗长 处理 1 穗长最短,为 7.20 cm,其他处理间穗长差异不显著,均极显著高于处理 1,说明不施肥对穗长的影响较大,而在磷钾肥用量一定的前提下增施氮肥,穗长无明显变化。

2.4.2 单株穗数 单株穗数随着施氮量的增加呈先增加后降低的趋势,处理 3 单株穗数最多,达到 4.04 个,处理 1 最少为 3.47 个,当施氮量为 0~82 kg·hm⁻²时,单株穗数逐渐增多,但施氮量为 90 kg·hm⁻²时,单株穗数反而减少。

2.4.3 单株有效小穗数 处理 1 有效小穗数最少,为 12.70 个,其他处理间差异不显著,均极显著高于处理 1,说明不施肥对有效小穗数的影响比较大,而在磷钾肥用量一定的前提下增施氮肥,有效小穗数无明显变化。

2.4.4 单株不孕小穗数 处理 1 不孕小穗数最多,达到每株 2.90 个,其他各处理间不孕小穗数差异不显著,均极显著少于处理 1,说明施肥有利于提高结实率,磷钾肥施用量一定的前提下,施氮量 75~90 kg·hm⁻²范围内不孕小穗数变化不明显。

2.4.5 容重 各处理间容重的差异不大,说明在本试验条件下不同的施肥处理对容重指标影响不大。

表 5 氮肥对春小麦穗部性状的影响

处理	穗长/cm	单株穗数/个	单株有效小穗数/个	单株不孕小穗数/个	容重/(g·L ⁻¹)
1(CK)	7.20 bB	3.47 bB	12.70 bB	2.90 aA	774.27 aA
2	8.70 aA	3.87 aAB	14.90 aA	1.80 bB	776.67 aA
3	8.25 aA	4.04 aA	14.19 aA	1.70 bB	775.40 aA
4	8.71 aA	3.55 bB	14.98 aA	1.80 bB	772.40 aA

3 讨论

小麦籽粒的灌浆特性是千粒重形成的决定性因素,千粒重是产量性状指标的重要组分,直接影响产量^[5]。已有研究认为,小麦籽粒干物质积累进程符合“慢-快-慢”S 型生长曲线,可以用 Logistic 方程拟合^[6-7]。本试验的研究结果与前人研究结果不一致,春小麦灌浆过程中籽粒干重变化呈先快速增长再趋于平稳的变化趋势,灌浆后期随着氮肥用量的增加,籽粒干重并没有增加,反而有降低的趋势。之所以结果不一致,可能与小麦品种、氮肥施用梯度、土壤肥力、气候及栽培条件有关,而且有研究表明随氮肥的施用籽粒灌浆速率大致呈先增加后下降的变化趋势^[8],这可能会导致籽粒干重积累先快速增长再趋于平稳。小麦灌浆后期叶片衰老直至枯萎,导致叶片中光合色素流失,降低光合效应,干物质积累逐渐下降,同时还导致植株体内的营养器官积累的光合产物以及向籽粒中运转的速率变慢,不利于籽粒的灌浆过程^[9],这也是导致灌浆后期籽粒干重积累趋于平稳的原因。适宜的施氮量能够对小麦植株的冠层结构和内部的光环境有很好的改良作用,能够促进小麦对太阳光的截获利用效率,有利于小麦植株的干重积累以及干物质向籽粒中的转运^[10-11],本研究中,后期较高的氮肥施用量下籽粒干重并没有增加,反而降低,可能就是因为没有达到适宜的施氮量。更高的氮肥用量对籽粒干重的影响如何还需进一步试验验证。

氮素是影响小麦生长和产量形成的首要元素,氮素的供应直接影响小麦光合产物的形成。在土壤氮素供应不足的前提下,小麦营养生长弱,植株早衰,造成籽粒及植株产量低,一定范围内增施氮肥可以促进小麦干物质量的增加及向籽粒转

移,超过一定范围会造成小麦营养生长旺盛,贪青、徒长、晚熟,从而抑制其生殖生长,导致籽粒灌浆不充分,不利于产量的形成与提高^[12]。前人研究一般认为,小麦产量在一定范围内随着施氮量的增加而提高,但过高的施氮量会降低产量,这一最高施氮量可能因品种、生态条件、土壤肥力、生产条件等不同而有所差异^[13]。前人研究表明,施氮量在 180~238 kg·hm⁻² 时产量或氮肥利用率最高,继续加大氮肥投入量会降低产量或氮肥利用率^[14-18];李彦旬^[3] 研究表明,随施氮量的增加春小麦产量及其构成因素均呈先增后降的趋势,适当减量施氮可提高春小麦籽粒灌浆特性以及氮代谢酶活性,进而实现节肥和高产。与适量施氮相比,少量和过量施氮均会影响小麦产量的提高^[19-22]。本研究中虽然产量是随着施氮量增加呈增加趋势,但处理 3 和处理 4 相比较产量没有太显著的差异,说明处理 3 的施氮量为当地最优施氮量,已经能够满足当地小麦整个生育期的氮素需求,这与殷建军等^[23] 的研究结果一致,至于更高的氮肥用量对小麦产量影响程度还有待进一步研究。由于受水分和其他各方面因素的制约,小麦吸收氮素达到一定值便不能继续吸收积累,而且还会在一定程度上对土壤、空气、水等造成污染,因此施氮量过多,不利于发挥氮素的增产效果。

产量性状指标是构成产量的限制因子,与产量有着密切的关系,在一定程度上反映了小麦的产量水平^[24]。单位面积穗数、穗粒数和千粒重是产量性状指标中的重要组分,其相互作用直接影响小麦的产量,单独提高其中一项,不能实现高产的目标的,只有通过合理的农艺措施和科学管理,协调三者的关系,才能实现高产。氮素具有促进小麦生长发育,提高有效分蘖数,增加穗粒数、千粒重,提高小麦产量的作用^[19]。本研究发现,不同处理春小麦的各项产量性状指标间存在差异,施肥处理的有效穗数和穗粒数均显著高于不施肥处理,这与王长年等^[25] 的研究结果一致;提高氮素水平可以增加小麦的有效穗数与千粒重,但在氮素达到一定水平后,继续增加氮素供应,小麦的有效穗数和千粒重反而有所下降,氮肥用量过高会增加不孕小穗数,这与前人的研究结果较一致^[17,26]。

本试验只进行了施纯氮量在 75~90 kg·hm⁻² 范围内对克春 130290 的灌浆特性、产量及其构成因素的影响,而更大范围的氮素水平对克春 130290 或其他春小麦品种的影响尚未进行分析,有待以后的试验进一步研究。

4 结 论

克春 130290 各施肥处理较不施肥处理籽粒干重提高 45.00%~73.60%,施肥处理的产量性状指标均高于不施肥处理,在磷、钾肥水平一致的情况下,产量随施氮量的增加而增加,当纯氮施用量为 82 kg·hm⁻² 时,产量最高,为 4 129.95 kg·hm⁻²,继续增施氮肥,氮肥利用率有所降低。小麦的有效穗数、千粒重、单株穗数在施氮量为 82 kg·hm⁻² 时达到最高,不孕小穗数在施氮量为 82 kg·hm⁻² 时最少。综上分析,在磷钾肥用量一定的情况下,春小麦品种克春 130290 在克山地区最适宜施氮量为 82 kg·hm⁻²。

参考文献:

- [1] 李双双,李晶,陈龙涛,等. 施氮量对春小麦根系生长及产量的影响[J]. 麦类作物学报,2013,33(1):141-145.
- [2] 宋利丹. 伊川灌区小麦氮肥用量效应试验浅析[J]. 河南农业,2016(1):17.
- [3] 李彦旬. 减量施氮对滴灌春小麦籽粒灌浆特性及品质的影响[D]. 石河子:石河子大学,2019.
- [4] 李宇峰,尹志刚,周国勤,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.
- [5] 赵洪亮,刘恩才,马瑞崑,等. 冬小麦籽粒灌浆特性参数分析[J]. 安徽农业科学,2006(8):1560-1562.
- [6] 郭天财,宋晓,马冬云,等. 氮素营养水平对 2 种穗型冬小麦品种籽粒灌浆及淀粉特性的影响[J]. 华北农学报,2007(1):132-136.
- [7] 王婷,柴守玺. 不同播种密度对西北绿洲冬小麦灌浆特性的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2008(5):33-40.
- [8] 侯丽丽. 施氮量对新疆不同品质类型春小麦品种产量和品质的影响[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.
- [9] 冯伟,朱艳,姚霞,等. 小麦氮素积累动态的高光谱监测[J]. 中国农业科学,2008(7):1937-1946.
- [10] 郭伟,李建伟. 花后外源碳氮供应对小麦加工品质的影响[J]. 生态学杂志,2016,35(1):11-16.
- [11] 江文文,尹燕萍,王振林,等. 花后高温胁迫下氮肥追施后移对小麦产量及旗叶生理特性的影响[J]. 作物学报,2014,40(5):942-949.
- [12] PLAUT Z, BUTOW B J, BLUMENTHAL C S, et al. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficits and elevated temperature[J]. Field Crops Research,

2004,86:185-198.

[13] 乐韬. 机械耕作、播种方式和氮肥运筹对稻茬小麦生长、产量和效益的影响[D]. 扬州:扬州大学,2019.

[14] 汤莹,杨文雄. 施氮量和氮肥运筹对陇春 33 号产量及氮肥利用率的影响[J]. 甘肃农业科技,2019(3):40-44.

[15] 郭天财,宋晓,马冬云,等. 施氮水平对 2 种穗型冬小麦品种产量及氮素吸收利用的影响[J]. 西北植物学报,2008(3):554-558.

[16] 徐云姬,张伟杨,钱希旸,等. 施氮量对小麦籽粒灌浆的影响及其生理机制[J]. 麦类作物学报,2015,35(8):1119-1126.

[17] 薛世通,董琦,董泽鹏,等. 施氮量对春小麦/豌豆间作生长、AMF 侵染率和春小麦产量的影响[J]. 河南农业科学,2020,49(4):22-28.

[18] SINGH A K,JAIN G L. Effect of sowing time,irrigation and nitrogen on grain yield and quality of durum wheat(*Triticum durum*) [J]. Indian Journal of Agricultural Sciences,2000,70(8):532-533.

[19] 唐文雪,马忠明. 施氮量对固定道垄作春小麦产量及氮肥利用率的影响[J]. 甘肃农业科技,2020(7):48-53.

[20] 侯丽丽,王伟,贾永红,等. 施氮量对新疆不同品质类型春小麦品种籽粒灌浆特征和产量的影响[J]. 西北农业学报,2013,22(5):15-19.

[21] 杨武广,田中伟,殷美,等. 不同年代冬小麦品种籽粒产量与品质的演变及其对氮肥的响应[J]. 麦类作物学报,2014,34(10):1390-1397.

[22] 何晓雁,郝明德,李慧成,等. 黄土高原旱地小麦施肥对产量及水肥利用效率的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(6):1333-1340.

[23] 殷建军,姜超,王瑞军,等. 不同施氮量对旱地春小麦生长状况的影响[J]. 内蒙古农业科技,2012(5):66-67.

[24] 高传东. 氮肥施用对小麦产量和品质的影响[D]. 北京:中国农业科学院,2011.

[25] 王长年,苏仕华,成英,等. 不同氮肥用量对小麦产量和品质的影响[J]. 现代农业科技,2007(12):99-100.

[26] 王萍. 宝山区机械条播小麦氮肥用量梯度试验[J]. 上海农业科技,2019(4):97-99.

Effects of Nitrogen Application on Grain Filling Properties, Yield and Its Components of Spring Wheat

DAI Li-ting, LIU Ning-tao, CHE Jing-yu, ZHANG Qi-chang, MA Yong, TIAN Chao, YIN Xue-wei
(Keshan Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161000, China)

Abstract: In order to discuss the regulation rule of nitrogen application rate on grain filling properties and yield formation of spring wheat, under the field condition, the medium-strength spring wheat variety Kechun 130290 as the material was used to conduct the experiment of the four fertilizer application levels on grain dry weight, yield and its components. The results showed that the fertilizer treatments increased grain dry weight by 45.00%-73.60% and compared with the non-fertilizer treatments, and grain dry weight reached the maximum value in the range of 75-82 kg·ha⁻¹ of pure N. The maximum yield increased of 1 388.21 kg·ha⁻¹ was achieved in the fertilizer treatments which were compared with the non-fertilizer treatments, and the yield reached a high value of 4 129.95 kg·ha⁻¹ when the pure N application rate was 82 kg·ha⁻¹. The number of effective spikes, 1 000-grain weight and number of spikelets per plant of wheat reached the highest value at 82 kg·ha⁻¹ when nitrogen was applied at 75-90 kg·ha⁻¹, and decreased with further application of nitrogen fertilizer. The number of infertile spikelets was lowest at 82 kg·ha⁻¹. In summary, the optimum N application rate for this spring wheat variety Kechun 130290 was 82 kg·ha⁻¹ under the conditions of this trial in Keshan area.

Keywords: spring wheat; nitrogen; grain filling properties; yield

著作权使用声明

本刊已许可中国知网、维普网、万方数据等知识服务平台以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。

黑龙江农业科学编辑部