

doi:10.7668/hbxb.2014.S1.052

氮肥运筹对江淮麦区饲料大麦籽粒产量与品质的影响

陈晓东¹,赵 斌¹,顾江涛²,王 瑞¹,季昌好¹

(1.安徽省农业科学院 作物研究所,安徽省农作物品质改良重点实验室,安徽 合肥 230031;

2.安徽省农业科学院 植物保护研究所,安徽 合肥 230031)

摘要:为给江淮麦区饲料大麦生产氮肥合理施用提供参考,于2012-2014年连续2年以盐丰1号和扬饲麦1号2个饲料大麦品种为试验材料,研究了不同氮肥用量与运筹比例对大麦籽粒产量与品质的影响。结果表明,氮肥用量增加使2个品种的产量随之增加,施氮量从A1(90 kg/hm²)增至A2(210 kg/hm²)时,盐丰1号、扬饲麦1号平均产量分别增加16.4%、31.6%,施氮量从A2增至A3(330 kg/hm²)时,处理间产量差异不显著;相同施氮量不同运筹比例对2个品种产量影响不明显;对于籽粒品质,施氮量从A1增至A2时,盐丰1号与扬饲麦1号籽粒蛋白质含量增幅分别为8.6%~10.2%和8.8%~10.8%,施氮量从A2增至A3时,籽粒蛋白质含量也有增加,但未达显著水平;施氮量的增加使2个品种籽粒淀粉含量略有下降,但降幅不明显;相同施氮量不同运筹比例对2个品种籽粒品质影响不显著。氮肥处理下产量与农艺性状相关分析表明,用氮肥来调控大麦产量可能主要是通过调控穗粒数与穗数来实现增产。综合考虑,建议在江淮麦区生产上大麦氮肥施用方案为,总施氮量为210 kg/hm²,氮肥运筹比例为基肥:拔节肥:穗肥以5:2:3或6:2:2为宜。

关键词:氮肥用量;氮肥运筹;饲料大麦;产量;品质

中图分类号:S143.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2014)增刊-0280-04

Effects of Nitrogen Application Rates and Ratio on Grain Yield and Quality of Feed Barley in Jianghuai Wheat Region

CHEN Xiao-dong¹, ZHAO Bin¹, GU Jiang-tao², WANG Rui¹, JI Chang-hao¹

(1. Crop Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Anhui Key Laboratory of Crop Quality Improvement, Hefei 230031, China; 2. Institute of Plant Protection, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: To provide a guideline for nitrogen fertilizer application in barley production in Jianghuai wheat region, two barley cultivars Yanfeng No. 1 and Yangsimai No. 1 were used as experimental materials through two consecutive years of 2012-2014 to study the effects of nitrogen fertilizer rates and ratios on grain yield and quality in barley. The results indicated the yields of Yanfeng No. 1 and Yangsimai No. 1 were improved by ratio of 16.4% and 31.6% respectively with the increment of nitrogen application rates from A1 (90 kg/ha) to A2 (210 kg/ha), while no significant discrepancies in yields were observed between treatments A2 and A3 (330 kg/ha). As for grain quality, grain protein contents of Yanfeng No. 1 and Yangsimai No. 1 were increased with the range of 8.6% - 10.2% and 8.8% - 10.8% respectively, with the increment of nitrogen application rates from A1 to A2, while slight increase of grain protein contents was obtained with the increment of nitrogen application rates from A2 to A3. Starch contents appreciably decreased with the increment of nitrogen application rates. Both grain yield and quality presented to be little affected by two different nitrogen ratios in this study. Correlation analysis between yield and agronomic traits showed number of spikes and panicles per spike might contribute to the improvement of yield under the condition of nitrogen fertilizer application. Based on analyses aforementioned, it is recommended that the optimum amount of nitrogen fertilizer in barley production should be 210 kg/ha followed by application ratios of 5:2:3 or

收稿日期:2014-09-27

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(CARS-05)

作者简介:陈晓东(1981-),男,安徽合肥人,助理研究员,博士,主要从事大麦、小麦种质利用研究。

通讯作者:季昌好(1963-),男,安徽无为,人,研究员,硕士,主要从事大麦、小麦遗传育种研究。

6:2:2 during sowing, jointing and booting stages in Jianghuai wheat region.

Key words: Nitrogen fertilizer rates; Nitrogen fertilizer ratio; Feed barley; Yield; Quality

氮素是调控植物生长和产量形成的基本元素,是植物体内核酸、蛋白质等生物大分子的重要组成部分。氮肥的合理用量与运筹直接影响着大麦的光合、灌浆特性及籽粒产量与品质的形成^[1-2]。徐寿军等^[3]研究表明,施氮量的增加使大麦籽粒产量及蛋白质含量相应增加。蔡剑等^[4]研究认为,随着施氮量的提高,啤酒大麦植株氮素积累量与转运量呈上升趋势,但施氮量增至 300 kg/hm² 时,提高幅度变小。陈锦新等^[5]研究指出,不同氮肥追施处理对大麦籽粒 β 葡聚糖含量与活性的影响不一,在不同品种间表现有差异。齐军仓等^[6]认为,氮肥施用时期显著影响大麦籽粒蛋白质含量。

以上研究表明,合理施氮对于大麦的产量与品质至关重要,但氮肥用量与运筹比例也因研究区域的生态类型、耕作制度、品种、种植水平等因素不同而导致研究结果不完全一致。安徽江淮麦区属于南北交界地带,气候变化多样,耕作制度相对复杂,大麦种植生长期缺乏科学合理的氮肥施用指导,加之经常遇到季节性干旱、渍害等不利因素影响,导致大麦籽粒产量与品质的波动。为此,本研究以饲料大麦盐丰 1 号与扬饲麦 1 号为试验材料,研究了不同氮肥用量与运筹比例对籽粒产量与品质的影响,旨在为江淮麦区大麦的安全生产合理施氮提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验位于安徽省农业科学院试验基地,东经 117°25', 北纬 31°89', 属于北亚热带季风气候区。试验地为壤土,前茬旱作,土壤 pH 值 6.5, 土壤全氮含量为 929 mg/kg, 硝态氮、有效磷、速效钾含量分别为 6.4, 6.6, 202.1 mg/kg。

1.2 供试品种与试验设计

参试材料盐丰 1 号、扬饲麦 1 号均属半冬性多棱饲料大麦,综合性状优,适宜本区域生长。试验于 2012–2014 年连续 2 年执行,氮肥用量设 3 个水平,大麦生育期施纯氮总量为 A1 (90 kg/hm²)、A2 (210 kg/hm²)、A3 (330 kg/hm²),氮肥运筹设 2 个水平,按基肥:拔节肥:穗肥比例为 B1 (5:2:3)、B2 (6:2:2),总计 6 个处理组合。磷肥 (P₂O₅)、钾肥 (K₂O) 作为基肥按 90 kg/hm² 一次性施用。田间采用随机区组设计,3 次重复,小区面积为 6.7 m²,行长 3.3 m,行距 0.25 m,基本苗控制在 240 万/hm²。

1.3 测定项目与方法

于成熟期每小区随机取样 6 株进行室内考种,调查株高、穗下节间长、穗长、单株穗数、穗粒数、千粒质量,同时测量小区产量。品质性状使用 Infratec TM 1241 近红外谷物分析仪测定籽粒蛋白质及淀粉含量。

1.4 统计分析

数据分析采用 SAS 软件包中的 ANOVA 和 CORR 程序分别对 2 年的试验结果进行方差分析与相关分析。2 年的结果基本一致,本研究中表格数据主要为 2012–2013 年的试验数据。

2 结果与分析

2.1 氮肥用量与运筹对大麦产量及农艺性状的影响

由表 1, 2 可知,随着氮肥用量的增加,2 个大麦品种的籽粒产量随之增加。当施氮量从 A1 增至 A2 时,盐丰 1 号、扬饲麦 1 号平均产量分别增加 16.4%, 31.6%, 施氮量从 A2 增至 A3 时,处理间产量差异不显著。相同施氮量,不同运筹方式 B1 与 B2 对 2 个品种的产量影响不明显。因此,在施氮量为 A2 时,两品种的产量潜力得以充分发挥,2012–2013 年平均产量分别为盐丰 1 号 (6 400 kg/hm²)、扬饲麦 1 号 (7 500 kg/hm²)。

对于产量构成要素来说,随着氮肥用量的增加,单株穗数与穗粒数在盐丰 1 号上表现为一定程度增加,在扬饲麦 1 号上表现略有波动;两品种的千粒质量均呈下降趋势,但总体上变幅均不明显。相同氮肥水平不同运筹比例对产量构成无显著影响。不同氮肥处理对大麦主要农艺性状株高、穗下节间长、穗长的影响结果表明,在 2012–2013 年检测到扬饲麦 1 号株高、穗长的变化受到氮肥用量的影响,但在 2013–2014 年未检测到。盐丰 1 号的相关性状在 2 个年度中均未表现出明显受氮肥影响。

2.2 氮肥用量与运筹对大麦籽粒品质性状的影响

氮肥用量与运筹对大麦籽粒品质的影响结果表明 (表 3),施氮量的增加使两品种籽粒蛋白质含量上升。施氮量从 A1 增至 A2 时,盐丰 1 号籽粒蛋白质平均含量从 8.6% 增至 10.2%,扬饲麦 1 号的增幅为 1.93 个百分点,施氮量从 A2 增至 A3 时,籽粒蛋白质含量也有增加,但未达显著水平。相同氮肥水平不同运筹方式 B1 与 B2 间两品种籽粒蛋白质

含量基本无差异,表明氮肥运筹对其影响不大。从淀粉含量略有下降,但降幅不明显,相同氮肥水平不同运筹比例间籽粒淀粉含量差异不明显。

表 1 不同氮肥处理对盐丰 1 号产量及农艺性状的影响(2012–2013)

Tab. 1 Effects of different nitrogen treatments on the yield and agronomic traits of barley cultivar Yanfeng No. 1 in 2012–2013

处理 Treatment	产量/(kg/m ²) Grain yield	株高/cm Plant height	穗下节间长/cm Internode length below spike	穗长/cm Spike length	单株穗数 Number of spikes	穗粒数 Kernels per spike	千粒质量/g 1 000-kernel weight
A1B1	0.52b	78.56a	29.13ab	5.20a	3.33ab	59.41b	36.11a
A1B2	0.58b	81.90a	30.20a	5.47a	2.46b	61.41ab	36.91a
A2B1	0.62ab	79.76a	26.47ab	5.27a	3.00ab	59.04b	35.33a
A2B2	0.66ab	78.90a	27.87ab	5.60a	3.20ab	65.00ab	35.24a
A3B1	0.71a	81.73a	28.13ab	6.03a	3.53ab	67.39ab	35.17a
A3B2	0.71a	81.10a	25.67b	5.87a	4.33a	69.19a	32.43a

注:同列中不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。表 2~3 同。

Note: Different letters within columns indicate significant differences at $P < 0.05$. The same as Tab. 2–3.

表 2 不同氮肥处理对扬饲麦 1 号产量及农艺性状的影响(2012–2013)

Tab. 2 Effects of different nitrogen treatments on the yield and agronomic traits of barley cultivar Yangsimai No. 1 in 2012–2013

处理 Treatment	产量/(kg/m ²) Grain yield	株高/cm Plant height	穗下节间长/cm Internode length below spike	穗长/cm Spike length	单株穗数 Number of spikes	穗粒数 Kernels per spike	千粒质量/g 1 000-kernel weight
A1B1	0.52c	79.87b	28.53a	5.37b	3.13ab	66.01a	33.58a
A1B2	0.62b	79.83b	29.80a	5.40b	3.27ab	63.07a	36.15a
A2B1	0.78a	87.80a	29.10a	5.67ab	3.07ab	64.36a	34.76a
A2B2	0.72a	88.07a	28.23a	5.73ab	2.73b	62.58a	33.98a
A3B1	0.75a	86.77a	27.70a	6.00a	4.00ab	65.66a	32.94a
A3B2	0.71a	83.40ab	26.67a	5.83ab	4.27a	62.81a	34.26a

表 3 不同氮肥处理对籽粒蛋白质与淀粉含量的影响(2012–2013)

Tab. 3 Effects of different nitrogen treatments on grain protein and starch contents in 2012–2013

处理 Treatment	蛋白质/% Protein		淀粉/% Starch	
	盐丰 1 号 Yanfeng No. 1	扬饲麦 1 号 Yangsimai No. 1	盐丰 1 号 Yanfeng No. 1	扬饲麦 1 号 Yangsimai No. 1
A1B1	8.67b	8.80b	55.00a	55.20a
A1B2	8.60b	8.87b	54.83a	55.10a
A2B1	10.60ab	10.43ab	54.77a	54.47a
A2B2	9.77ab	11.10ab	55.17a	54.30a
A3B1	11.13ab	11.60a	54.37a	53.97a
A3B2	11.70a	11.73a	53.97a	53.83a

2.3 不同氮肥处理下大麦产量与农艺性状的相关性

表 4 列出了不同氮肥处理下饲料大麦盐丰 1 号 2 年的产量变化与主要农艺性状的相关系数。结果

显示,仅在 2012–2013 年检测到产量与穗长、穗粒数呈显著正相关。同时,也检测到产量与千粒质量呈负相关,与徐寿军等^[3]研究结果一致。依据以上

表 4 不同氮肥处理下盐丰 1 号产量与农艺性状的相关性

Tab. 4 Relationship between yield of barley cultivar Yanfeng No. 1 and agronomic traits under different nitrogen treatments

性状 Trait		株高 Plant height	穗下节间长 Internode length below spike	穗长 Spike length	单株穗数 Number of spikes	穗粒数 Kernels per spike	千粒质量 1 000-kernel weight
产量 Grain yield	(2012–2013)	0.47	–0.62	0.89 *	0.58	0.88 *	–0.71
	(2013–2014)	0.19	0.15	0.17	0.39	0.35	0.06

注:*. 显著相关($P < 0.05$)。

Note: *. Indicates significant correlation at 0.05 level.

可推论,用氮肥来调控大麦产量可能主要是通过调控穗粒数与穗数来实现增产,结果与张炳勇等^[7]在小麦上报道一致。

3 讨论

3.1 氮肥对大麦产量的调控

已有研究表明,在一定范围内氮肥用量的增加促使大麦籽粒产量增加,且主要是通过提高穗数与穗粒数来实现增产,而千粒质量往往呈下降趋势^[1-3]。本研究结果也表现一致,当施氮量从 A1 (90 kg/hm²) 提高到 A2 (210 kg/hm²) 时,两品种籽粒产量均相应增加,其中扬饲麦 1 号产量增幅达到显著水平,施氮量从 A2 (210 kg/hm²) 增加到 A3 (330 kg/hm²) 时,产量差异不明显。然而,氮肥用量过高也会导致大麦熟期推迟、倒伏、病情加重、增加成本及破坏环境等问题。杜鹃等^[8]研究表明,高密度、高氮肥使大麦白粉病发病程度加重,病情指数显著上升,致使产量下降。在本试验中,当氮肥水平上升至 A3 (330 kg/hm²) 时,抽穗期明显推迟,并出现不同程度倒伏。因此,在本区域大麦栽培管理上,氮肥水平设为 A2 (210 kg/hm²) 时,可使两大麦品种产量潜力得以发挥,2012-2013 年盐丰 1 号、扬饲麦 1 号平均产量可分别达到 6 400、7 500 kg/hm²。

在对氮肥运筹与产量关系的研究上,氮肥适当后移可延迟小麦叶片衰老,改善光合性能,使灌浆期延长,有利于产量提高^[9-10],增强抗性^[11-12]。肖玉苹等^[13]研究指出,氮肥用量后移,啤酒大麦花 30 有效穗数、产量上升,千粒质量下降,综合考虑,基肥、苗肥、拔节肥比例以 6:3:1 为宜。沈会权等^[14]认为,在氮肥基追比为 7:3 时两啤酒大麦品种产量达到最高。本研究中氮肥运筹按基肥:拔节肥:穗肥比例为 B1 (5:2:3) 与 B2 (6:2:2) 时,两者差别不大,在相同氮肥水平下,两处理间的产量差异不明显,因此,均可作为氮肥运筹措施。

3.2 氮肥对大麦品质的调控

氮肥用量的增加可使籽粒蛋白质含量提高,在大麦^[1,15]、小麦^[16]、水稻^[17]上均有报道,说明施氮量与作物籽粒品质密切相关。本研究结果也表明,氮肥用量的增加有助于籽粒蛋白质含量的提高。氮肥用量过高也会使氮素滞留在营养器官,降低其对籽粒的贡献率,进而影响籽粒蛋白质含量^[18]。本试验表明,在施氮水平为 A2 (210 kg/hm²) 时,2 个品种籽粒蛋白质含量可达到较高值,为 11% 左右,相对于优质饲料大麦要求来说该值较低,究其原因可能是受环境因素影响,有待进一步验证。本试验中

的 2 个氮肥运筹比例对大麦籽粒蛋白质含量影响同对产量作用一样,差异不大,均可作为运筹措施。

基于以上,不同氮肥用量与运筹对 2 个大麦品种在 2 年间的籽粒产量与品质的影响基本一致,本研究认为,盐丰 1 号与扬饲麦 1 号在江淮麦区生产上的氮肥施用方案为,总施氮量为 210 kg/hm²,氮肥运筹比例为基肥:拔节肥:穗肥以 5:2:3 或 6:2:2 为宜。

参考文献:

- [1] 张如标,王蓓蓓,丁焕新,等. 氮肥对耐盐啤酒大麦产量、品质及光合功能的影响[J]. 麦类作物学报,2013,33(1):162-168.
- [2] 徐寿军,刘志萍,张凤英,等. 不同氮肥水平下冬大麦籽粒灌浆特性分析[J]. 核农学报,2012,26(2):358-363,374.
- [3] 徐寿军,刘志萍,张凤英,等. 氮肥水平对冬大麦产量、品质和氮肥利用效率的影响及其相关分析[J]. 扬州大学学报:农业与生命科学版,2012,33(1):66-71.
- [4] 蔡剑,姜东,戴廷波,等. 施氮水平对啤酒大麦植株氮素吸收与利用及籽粒蛋白质积累和产量的影响[J]. 作物学报,2009,35(11):2116-2121.
- [5] 陈锦新,张国平,汪军妹,等. 氮肥运筹对大麦 β -葡聚糖酶活性和麦芽品质的影响[J]. 作物学报,2004,30(1):47-51.
- [6] 齐军仓,王鹏,汪飞,等. 氮肥施用时期对啤酒大麦籽粒醇溶蛋白组分含量和 β -淀粉酶活性的影响[J]. 大麦与谷类科学,2007(1):28-32.
- [7] 张炳勇,崔日鲜. 氮肥运筹对冬小麦光合特性和产量的影响[J]. 青岛农业大学学报:自然科学版,2010,27(3):195-199,204.
- [8] 杜娟,王建军,曾亚文,等. 高密度高氮肥对大麦白粉病抗病性及产量性状的影响[J]. 浙江农业学报,2011,23(1):117-121.
- [9] 武文明,陈洪俭,李金才,等. 氮肥运筹对孕穗期受渍冬小麦旗叶叶绿素荧光与籽粒灌浆特性的影响[J]. 作物学报,2012,38(6):1088-1096.
- [10] 朱新开,郭凯泉,李春燕,等. 氮肥运筹比例对稻田套播强筋小麦产量及花后旗叶衰老的影响[J]. 麦类作物学报,2010,30(5):900-904.
- [11] 刘永环,贺明荣,王晓英,等. 不同氮肥基追比例对高温胁迫下小麦籽粒产量和品质的影响[J]. 生态学报,2009,29(11):5930-5935.
- [12] 魏凤珍,李金才,王成雨,等. 氮肥运筹模式对小麦茎秆抗倒性能的影响[J]. 作物学报,2008,34(6):1080-1085.
- [13] 肖玉苹,韦康,徐建强,等. 氮肥运筹对啤酒大麦籽粒品质及产量的影响[J]. 麦类作物学报,2012,32(1):140-144.
- [14] 沈会权,蔡剑,陈和,等. 氮肥基追比对啤酒大麦花后叶片光合特性、干物质分配及产量的影响[J]. 南京农业大学学报,2009,32(4):7-12.
- [15] 单彩云,魏玉光,刘成,等. 氮肥不同用量对大麦产量和品质影响的研究[J]. 现代农业科技,2009(9):179,181.
- [16] 李筠,王龙,任立凯,等. 播期、密度和氮肥运筹对冬小麦连麦 2 号产量与品质的调控[J]. 麦类作物学报,2010,30(2):303-308.
- [17] 潘圣刚,翟晶,曹凑贵,等. 氮肥运筹对水稻养分吸收特性及稻米品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(3):522-527.
- [18] 石祖梁,顾克军,杨四军. 氮肥运筹对稻茬小麦干物质、氮素转运及氮素平衡的影响[J]. 麦类作物学报,2012,32(6):1128-1133.