



## 不同植物生长调节剂对大豆株型及产量的影响

代兵<sup>1</sup>,刘世昌<sup>1</sup>,曹志浩<sup>1</sup>,郭小琪<sup>1</sup>,杜艳丽<sup>1</sup>,胡喜平<sup>2</sup>,杜吉到<sup>3\*</sup>

(1. 黑龙江八一农垦大学农学院,黑龙江大庆163319; 2. 北大荒垦丰种业股份有限公司,黑龙江哈尔滨150090; 3. 国家杂粮工程技术研究中心,黑龙江大庆163000)

**摘要:**为明确甲哌喹和密高两种植物生长调节剂对大豆株型、产量及品质的调控效应,以栽培大豆品种龙垦3650为试验材料,采用随机区组设计开展盆栽试验,设置甲哌喹(1.5、2.0和2.5 mL·L<sup>-1</sup>,即Mep I、Mep II和Mep III)和密高(4.7、6.7和8.7 mL·L<sup>-1</sup>,即Mic I、Mic II和Mic III)2种调节剂各3个浓度梯度,进行叶面喷施,以清水喷施为对照,系统分析不同处理对大豆农艺性状、产量构成及籽粒品质的影响。结果表明:甲哌喹和密高这两种植物生长调节剂均可显著降低作物株高,降低幅度分别为25.06%~46.77%和29.83%~41.76%,其中,甲哌喹药剂处理较对照组的株高矮化程度依次为Mep I > Mep III > Mep II,密高药剂处理表现为Mic III > Mic II > Mic I。甲哌喹和密高处理均可以显著缩短作物节间距,较CK分别缩短16.21%~18.62%和25.17%~35.86%,其中,甲哌喹药剂处理较对照组的节间距缩短程度表现为Mep III > Mep II > Mep I,密高药剂处理表现为Mic III > Mic II > Mic I。其次,甲哌喹和密高处理均可以显著提升产量,增产幅度分别为17.05%~26.73%和18.85%~23.10%,其中,甲哌喹药剂处理具体表现为Mep II > Mep III > Mep I > CK,密高药剂处理具体表现为Mic II > Mic III > Mic I > CK。此外,部分性状如蛋白含量、脂肪含量及主茎节数等虽有一定变化,但与对照没有明显差异。综上,本研究中植物生长调节剂甲哌喹和密高均可以影响植物的生长发育,对作物产量产生积极影响,其中,Mep II处理(甲哌喹浓度为2.0 mL·L<sup>-1</sup>)的综合效果表现最好,株高降低幅度达25.06%,产量增幅达26.73%。

**关键词:**大豆;植物生长调节剂;农艺性状;株型;产量;品质

## Influence of Different Plant Growth Regulators on Soybean (*Glycine max*) Plant Type and Yield

DAI Bing<sup>1</sup>, LIU Shichang<sup>1</sup>, CAO Zhihao<sup>1</sup>, GUO Xiaoqi<sup>1</sup>, DU Yanli<sup>1</sup>, HU Xiping<sup>2</sup>, DU Jidao<sup>3\*</sup>

(1. College of Agriculture, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, Heilongjiang, China; 2. Beidahuang Kenfeng Seed Industry Co., Ltd., Harbin 150090, Heilongjiang, China; 3. National Engineering and Technology Research Center for Miscellaneous Foodstuffs, Daqing 163000, Heilongjiang, China)

**Abstract:** To clarify the regulatory influence of mepiquat chloride and miconazole on the plant architecture, yield and quality of soybeans, a pot experiment was conducted with the soybean variety Longken 3650, which has uniform seeds, using a randomized block design. Three concentration gradients of mepiquat chloride (1.5, 2.0 and 2.5 mL·L<sup>-1</sup>, this is Mep I, Mep II and Mep III) and miconazole (4.7, 6.7 and 8.7 mL·L<sup>-1</sup>, that is Mic I, Mic II and Mic III) were applied by foliar spray, with water spray as the control. The influence of different treatments on agronomic traits, yield components and seed quality of soybeans were systematically analyzed. The results showed that both mepiquat chloride and miconazole could significantly reduce plant height, with reduction rates ranging from 25.06% to 46.77%, and 29.83% to 41.76%, respectively. Among the mepiquat chloride treatments, the degree of plant height reduction compared to the control was in the order of Mep I > Mep III > Mep II, and among the miconazole treatments, it was in the order of Mic III > Mic II > Mic I. Both mepiquat chloride and miconazole could significantly shorten the internode length, with reductions of 16.21% to 18.62% and 25.17% to 35.86% compared to CK, respectively. Among the mepiquat chloride treatments, the degree of internode length reduction compared to the control was in the order of Mep III > Mep II > Mep I, and among the miconazole treatments, it was in the order of Mic III > Mic II > Mic I. In addition, both mepiquat chloride and miconazole could significantly increase yield, with increments ranging from 17.05% to 26.73%, and 18.85% to 23.10%, respectively. Among the mepiquat chloride treatments, the yield increase compared to the control was in the order of Mep II > Mep III > Mep I > CK, and among the miconazole treatments, it was in the order of Mic II > Mic III > Mic I > CK. Moreover, although some traits such as protein content, oil content and the number of main stem nodes changed to some extent, there were no significant differences compared to the control. In conclusion, both mepiquat chloride and miconazole can affect the growth and development of plants and have a positive impact on crop yield. Among them, the Mep II treatment (mepiquat chloride concentration of 2.0 mL·L<sup>-1</sup>) had the best comprehensive influence, with a 25.06% reduction in plant height and a 26.73% increase in yield.

**Keywords:** soybean; plant growth regulators; agronomic traits; plant architecture; yield; quality

收稿日期:2025-11-14

基金项目:科技创新2030-重大项目“东北北部高油大豆促油增产关键技术研究”资金支持(2023ZD0403106)。

第一作者:代兵,男,硕士研究生,主要从事大豆高产栽培研究。E-mail:1793302108@qq.com。

通讯作者:杜吉到,男,博士,教授,主要从事作物种质资源鉴定及创新研究。E-mail:djdynd@163.com。

大豆起源于我国,栽培历史悠久<sup>[1]</sup>,是我国居民摄入植物蛋白质最主要的来源。近年来我国大豆存在国内供给严重不足、国际供给依存度高等问题<sup>[2]</sup>。进口的主要来源国包括巴西、美国 and 阿根廷,伴随着中美之间的贸易关系日趋复杂,大豆供需矛盾将更加突出<sup>[3]</sup>。

黑龙江省的大豆生产面积大、产量高、潜力大,是我国重要的大豆生产基地,在国内起着举足轻重的作用<sup>[4]</sup>。据国家统计局统计,黑龙江大豆种植面积呈稳步增加态势。2019年,在“大豆振兴”的政策影响下,黑龙江省大豆种植面积高达429.1万hm<sup>2</sup>,约占全国大豆种植总面积的45.9%,创下了历史新高;2023年,大豆播种面积为495.6万hm<sup>2</sup>,占全国的48.1%,同比增长26.5%,占全国增量的57.1%,其中2020年我国大豆种植面积986.7万hm<sup>2</sup>,年产量达719万t,占全国的43.8%,每公顷产量比2019年增长了2.3%,大豆的单产创下历史新高<sup>[5]</sup>。但与巴西、美国等大豆主产国家相比差距仍然较大,提高黑龙江省大豆单产任重道远。因此提高单产,促进总产量提升是保障大豆供给安全的重要措施。这对大豆产业的发展以及保障国民经济增长和粮油的安全具有重要意义<sup>[6]</sup>。

目前大豆的倒伏问题是值得关注的方向,大豆倒伏会直接影响产量及品质,植株易倒伏则会导致豆荚脱落、籽粒霉变<sup>[7]</sup>。合理地采用化学调控可以改善这种情况,既能控制株高,又能优化叶片分布,让整个植株结构更均衡,从而为增产创造条件<sup>[8]</sup>。化学调控是农业上常用的一种手段。喷施植物生长调节剂(如矮壮素),可以改变大豆内部激素状态并调整其平衡,从而控制作物的生长速度和发育节奏<sup>[9]</sup>。实际应用发现,植物生长调节剂可以使植株长得更矮壮,缩短茎秆各节间长度;还可以促进侧枝分叉生长;最终提升大豆的产量和籽粒品质。近几年,植物生长调节剂在水稻、小麦等粮食作物中已大量使用,目前也开始推广到大豆种植中<sup>[10]</sup>。本研究对比了甲哌喹与密高两种植物生长调节剂对大豆株型、产量及品质的影响,旨在探索防倒伏与增产兼具的最佳使用方案,为大豆高产管理提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

大豆品种:选用亚有限结荚习性品种龙垦3650(由北大荒垦丰种业股份有限公司选育),播种前均经过精选处理。

化学药剂:甲哌喹(有效含量250g·L<sup>-1</sup>)购自

四川国光农化股份有限公司;密高(有效含量30%,大豆田专用)购自哈尔滨市德赛化工有限公司。

仪器:移液枪、量筒、烧杯、背负式电动喷药壶3WBD-20L(徐州蓝艺植保器械有限公司)等。

### 1.2 试验方法

1.2.1 试验处理 采用随机区组方式,甲哌喹(Mepiperazol, Mep)和密高(Mico, Mic)分别设置3个浓度梯度,每种药品浓度以常规大田生产推荐药量为基准,分别设置推荐药剂浓度、0.5倍药剂浓度和1.5倍药剂浓度,具体处理及浓度详见表1。实验设置3次重复,以清水为对照(CK)处理。使用背负式喷壶,模拟大田生产喷施。

1.2.2 测定指标及方法 考种标准和田间记载参考《大豆种质资源描述规范和数据标准》<sup>[11]</sup>。于成熟期随机取样,测量株高、节间距、分枝数、单株粒数、单株荚数、单株粒重、百粒重、品质、产量等性状。株高是从植株顶端至子叶痕的高度,3个重复,取平均值;蛋白含量以及脂肪含量使用YT-1030-A近红外大豆蛋白分析仪进行测量。

表1 试验处理设置

Table 1 Experimental treatment design

处理 Treatment	药品种类 Type of agents	药剂浓度 Chemical concentration/ (mL·L <sup>-1</sup> )
CK	清水	0
Mep I	Mep	1.5
Mep II	Mep	2.0
Mep III	Mep	2.5
Mic I	Mic	4.7
Mic II	Mic	6.7
Mic III	Mic	8.7

### 1.3 数据分析

使用Excel 16.0和SPSS 27.0对所得数据进行整理与分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 植物生长调节剂对大豆农艺性状的影响

2.1.1 甲哌喹 如表2所示,Mep II处理的株高显著高于Mep I和Mep III( $P < 0.05$ ),3个药剂处理的株高均显著低于CK( $P < 0.05$ ),依次下降了46.77%、25.06%和41.29%;Mep II处理的主茎节数显著低于CK和其他两个浓度处理( $P < 0.05$ ),其他处理之间差异不显著,3个药剂处理较CK分别下降了20.39%、8.14%和4.04%;主茎有效节数各处理之间差异不显著( $P > 0.05$ );Mep II和Mep III

处理的节间距均显著低于 CK ( $P < 0.05$ ), 分别下降了 16.21% 和 18.62%。整体来看, 甲哌喹处理可显

著降低株高和节间距, 其中低浓度 (Mep II) 对株高的调控较为温和, 且单株荚数略高, 综合表现更优。

表 2 喷施不同浓度甲哌喹对植株农艺性状的影响

Table 2 Effects of spraying different concentrations of Mep on agronomic traits of plants

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	主茎节数 Number of main stem nodes	主茎有效节数 Number of effective nodes of main stem	单株荚数 Number of pods per plant	节间距 Node spacing/cm
CK	69.83 ± 1.03 a	16.33 ± 0.94 a	13.33 ± 0.47 a	48.67 ± 2.05 a	2.90 ± 0.25 a
Mep I	37.17 ± 2.09 c	13.00 ± 0.82 b	12.67 ± 1.25 a	47.33 ± 3.30 a	2.54 ± 0.19 ab
Mep II	52.33 ± 2.05 b	15.00 ± 0.82 a	14.67 ± 0.94 a	53.67 ± 2.62 a	2.43 ± 0.16 b
Mep III	41.00 ± 6.82 c	15.67 ± 0.47 a	14.67 ± 0.94 a	52.00 ± 2.45 a	2.36 ± 0.15 b

注: 数据为“平均值 ± 标准差”; 不同小写字母表示差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。

Note: Data are expressed as “mean ± standard” deviation; Different lowercase letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

2.1.2 密高 如表 3 所示, 不同浓度 Mic 处理的株高均显著低于 CK ( $P < 0.05$ ), 依次下降了 29.83%、33.65% 和 41.76%; 各处理之间主茎节数差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 3 个药剂处理较 CK 分别下降了 0%、8.14% 和 10.17%; 各处理之间主茎有效节数和单株节数差异均不显著 ( $P > 0.05$ ); Mic I、Mic II 和

Mic III 处理的节间距均显著低于 CK ( $P < 0.05$ ), 分别下降了 25.17%、28.28% 和 35.86%。结果表明: 密高药品处理可以显著降低大豆植株的株高、缩短节间距, 其效果均表现为 Mic III > Mic II > Mic I, 主茎节数和主茎有效节数虽有减少趋势, 但与对照差异不显著。

表 3 喷施不同浓度密高对植株农艺性状的影响

Table 3 Effects of different concentrations of Mic on agronomic traits of plants

处理 Treatment	株高 Plant height/cm	主茎节数 Number of main stem nodes	主茎有效节数 Number of effective nodes of main stem	单株荚数 Number of pods per plant	节间距 Node spacing/cm
CK	69.83 ± 1.03 a	16.33 ± 0.94 a	13.33 ± 0.47 a	48.67 ± 2.05 a	2.90 ± 0.25 a
Mic I	49.00 ± 8.29 b	16.33 ± 1.25 a	14.67 ± 2.49 a	48.33 ± 1.25 a	2.17 ± 0.22 b
Mic II	46.33 ± 5.44 b	15.00 ± 0.82 a	14.33 ± 1.25 a	50.67 ± 2.49 a	2.08 ± 0.08 b
Mic III	40.67 ± 4.55 b	14.67 ± 1.25 a	14.00 ± 0.82 a	47.33 ± 2.87 a	1.86 ± 0.29 b

注: 数据为“平均值 ± 标准差”; 不同小写字母表示差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。

Note: Data are expressed as “mean ± standard” deviation; Different lowercase letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

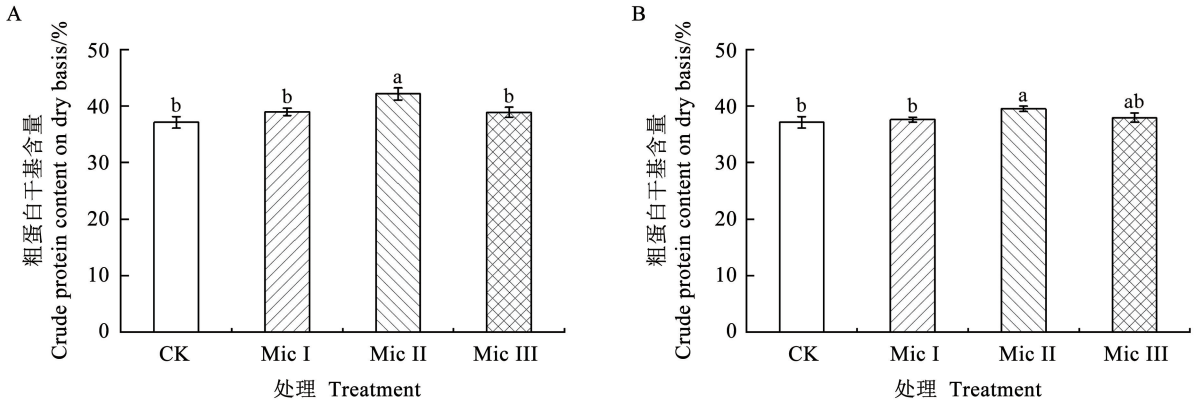
## 2.2 植物生长调节剂对大豆品质的影响

2.2.1 粗蛋白含量 如图 1 所示, 不同浓度甲哌喹和密高处理对大豆粗蛋白含量的影响表现为: 甲哌喹的 Mep II 处理的粗蛋白含量显著高于 CK ( $P < 0.05$ ), 较 CK 提升 13.58%; Mep I、Mep III 处理与 CK 差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 分别提升 5.01% 和 4.80%。粗蛋白含量随浓度呈先升后降趋势, 表现为 Mep II > Mep I > Mep III > CK。

密高的 Mic II 处理粗蛋白含量显著高于 CK ( $P < 0.05$ ), 较 CK 提升 6.50%; Mic I、Mic III 处理与 CK 差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 分别提升 1.32% 和

2.21%。粗蛋白含量随浓度呈先升后降趋势, 表现为 Mic II > Mic III > Mic I > CK。

2.2.2 脂肪含量 如图 2 所示, 不同浓度甲哌喹和密高处理对大豆脂肪含量的影响表现为: 甲哌喹各处理之间脂肪含量差异不显著 ( $P > 0.05$ ), Mep II 处理下大豆的脂肪含量最高, 达到 42.14%, CK 处理的脂肪含量最低, 为 37.10%。密高各处理之间脂肪含量差异不显著 ( $P > 0.05$ ), CK 含量最高, Mic I、Mic II 和 Mic III 处理较 CK 处理分别下降 5.70%、3.09% 和 8.04%。结果表明, 两种药剂对大豆脂肪含量影响不显著 ( $P > 0.05$ )。

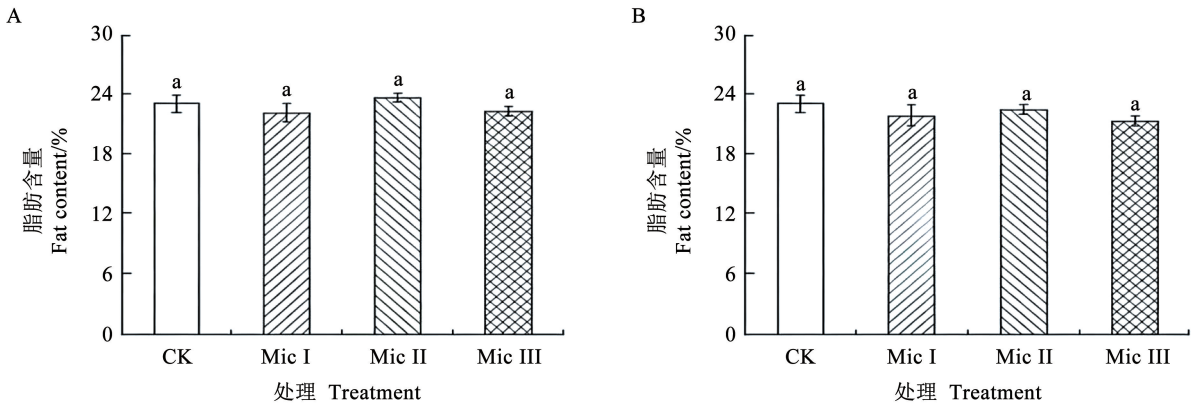


注: A. 甲哌喹; B. 密高。数据为“平均值  $\pm$  标准差”;不同小写字母表示差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。

Note: A. Mep; B. Mic. Data are expressed as “mean  $\pm$  standard” deviation; Different lowercase letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

图1 喷施不同浓度调节剂对大豆粗蛋白含量的影响

Fig. 1 Effect of spraying different concentrations of regulators on crude protein content of soybean



注: A. 甲哌喹; B. 密高。数据为“平均值  $\pm$  标准差”;不同小写字母表示差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。

Note: A. Mep; B. Mic. Data are expressed as “mean  $\pm$  standard” deviation; Different lowercase letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

图2 喷施不同浓度调节剂对大豆脂肪含量的影响

Fig. 2 Effect of foliar application of regulators at different concentrations on fat content in soybean

## 2.3 植物生长调节剂对大豆产量的影响

2.3.1 产量相关性状 如表4所示,喷施不同浓度甲哌喹处理的单株粒数、单株粒重和百粒重均显著

( $P < 0.05$ ) 高于 CK, 具体表现为 Mep II > Mep III > Mep I > CK, 其中, Mep II 处理下的大豆单株粒数、单株粒重和百粒重分别为 125.67 粒、27.93 g 和 27.00 g。

表4 喷施不同浓度甲哌喹对大豆产量构成因素的影响

Table 4 Effect of spraying different concentrations of Mep on soybean yield components

处理 Treatment	单株粒数 Seeds number per plant	单株粒重 Seeds weight per plant/g	百粒重 100-seed weight/g
CK	91.67 $\pm$ 4.03 c	18.16 $\pm$ 0.54 c	19.85 $\pm$ 0.91 c
Mep I	105.00 $\pm$ 9.27 bc	22.50 $\pm$ 1.18 b	23.77 $\pm$ 0.67 b
Mep II	125.67 $\pm$ 4.99 a	27.93 $\pm$ 1.51 a	27.00 $\pm$ 0.82 a
Mep III	112.33 $\pm$ 12.66 ab	24.62 $\pm$ 2.00 b	23.86 $\pm$ 1.47 b

注:数据为“平均值  $\pm$  标准差”;不同小写字母表示差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。

Note: Data are expressed as “mean  $\pm$  standard” deviation; Different lowercase letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

喷施不同浓度密高对大豆产量构成因素的影响,如表 5 所示,单株粒数、单株粒重、百粒重等指标均高于 CK,具体表现为 Mic II > Mic III > Mic I > CK。其

中, Mic II 处理下的大豆单株粒数、单株粒重、百粒重等指标数值最高,分别达到 111.00 粒、23.60 g 和 24.00 g,与 CK 差异均达到显著水平( $P < 0.05$ )。

表 5 喷施不同浓度密高对大豆产量构成因素的影响

Table 5 Effect of different concentrations of Mic on soybean yield components

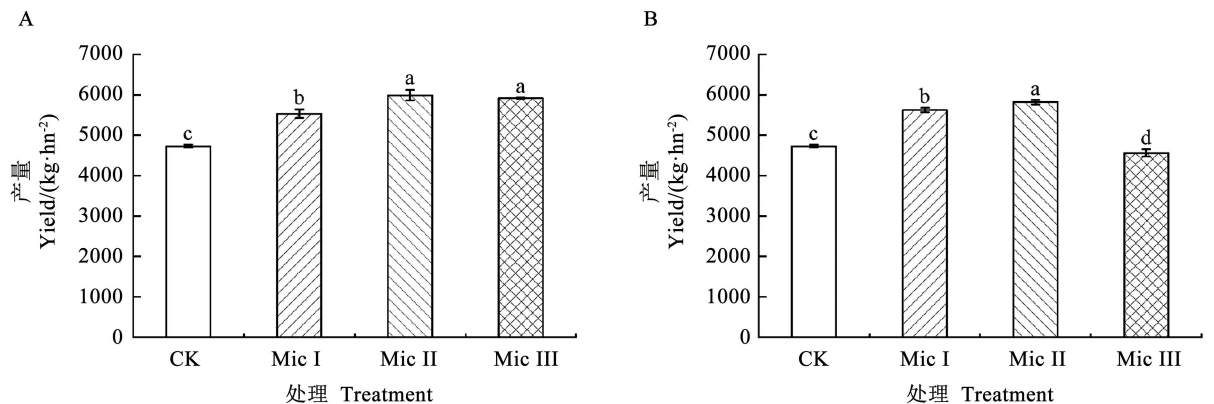
处理 Treatment	单株粒数 Seeds number per plant	单株粒重 Seeds weight per plant/g	百粒重 100-seed weight/g
CK	91.67 ± 4.03 ab	18.16 ± 0.54 b	19.85 ± 0.91 b
Mic I	95.33 ± 6.02 ab	21.87 ± 0.63 a	22.99 ± 0.87 a
Mic II	111.00 ± 9.09 a	23.60 ± 1.93 a	24.00 ± 0.82 a
Mic III	83.00 ± 15.51 b	17.15 ± 0.79 b	18.49 ± 0.81 b

注:数据为“平均值 ± 标准差”;不同小写字母表示差异达显著水平( $P < 0.05$ )。

Note: Data are expressed as “mean ± standard” deviation; Different lowercase letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

2.3.2 产量 如图 3A 所示,甲哌喹药剂处理的产量均显著高于 CK( $P < 0.05$ ),具体表现为 Mep II > Mep III > Mep I > CK,3 个处理较 CK 处理分别提升 17.05%、26.73% 和 25.06%。如图 3B 所示,

Mic I 和 Mic II 处理的产量显著高于 CK( $P < 0.05$ ),分别提升 18.85% 和 23.10%, Mic III 的产量显著低于 CK( $P < 0.05$ ),下降了 3.53%。综合分析表明, Mep II 和 Mic II 分别为最优处理。



注:A. 甲哌喹; B. 密高。数据为“平均值 ± 标准差”;不同小写字母表示差异达显著水平( $P < 0.05$ )。

Note: A. Mep; B. Mic. Data are expressed as “mean ± standard” deviation; Different lowercase letters indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

图 3 不同浓度调节剂喷施后大豆产量的对比

Fig. 3 Comparison of soybean yield after spraying with different concentrations of regulators

## 3 讨论

### 3.1 甲哌喹和密高对株型的影响

株型体现了作物的品种特点和生长发育特点,是判断作物种质和生育期长势的重要分析指标。对大豆的主要农艺性状研究发现,适宜的株高和较多的主茎有效节数和分枝数是大豆高产增收的关键。在大豆分枝期叶面喷施植物生长调节剂,可显著改善叶片生理活性,调控植株分枝数和节数等性状,有效调控大豆株型<sup>[12]</sup>,使植株株型紧凑,根茎表

现更加粗壮,以实现增产。植物生长调节剂还可调控大豆株高、叶片厚度、大小,并抑制节间距长度,增加大豆单株荚数、粒数和百粒重<sup>[13-15]</sup>。

Mep 药剂对龙垦大豆 3650 农艺性状的影响表现在株高、主茎节数、主茎有效节数和单株荚数以及节间距,其中 Mep 药剂降低了作物的株高,减少了主茎节数,增加大豆植株的主茎有效节数及单株荚数,并降低大豆植株的节间距。研究表明,甲哌喹可以显著降低作物的株高,增加作物主茎有效节数及单株荚数<sup>[16]</sup>。

本研究发现 Mic 药剂可以降低作物的株高,减少主茎节数,增加大豆植株的主茎有效节数和单株荚数,并降低大豆植株的节间距。有研究表明,喷施密高(大豆专用型)可缩短节间距,14、15、16 和 17 节的节间距明显缩短;降低大豆植株高度,使株高比对照矮 5.2 cm<sup>[17]</sup>。本文与前人研究结果一致,均表明喷施密高可以显著缩短节间距,降低大豆株高。

### 3.2 甲哌喹和密高对产量及品质的影响

生产中大豆开花数量、结荚率、花荚发育情况等对大豆产量的影响较大,开花数量少、结荚率低、花荚发育不完善严重制约着大豆的生产<sup>[18]</sup>。邓贵仁等<sup>[19]</sup>研究表明,分枝型大豆品种开花期的干物质积累是产量形成的关键。喷施植物生长调节剂可以有效促进大豆开花、提高坐荚率、降低大豆花荚的脱落率,并增加地上部干物质总重,尤其是生育后期,会促进植株生长发育,延缓衰老进程<sup>[20-21]</sup>。说明植物生长调节剂对作物植株的产量呈现正向作用。保苗数量一定的情况下,单株粒数和百粒重直接影响最终产量,其中,干物质积累量、单株荚数又与单株粒数和百粒重密切相关<sup>[22]</sup>。本研究表明,试验各处理对大豆干物质积累量影响差异显著,均高于对照。

研究表明,喷施植物生长调节剂甲哌喹,可以显著提升大豆植株的产量及品质<sup>[23]</sup>,这与本研究结果一致。本研究发现 Mep 药剂可以有效增加大豆植株的单株粒重、单株粒数、百粒重以及产量并显著提升大豆的粗蛋白干基含量和脂肪含量。Mic 药剂对龙垦大豆 3650 产量及品质的影响,表现在单株粒数、单株粒重、百粒重, Mic 药剂处理可以有效增加大豆植株的单株粒重、单株粒数、产量及粗蛋白干基含量。

## 4 结论

本研究以大豆品种龙垦 3650 为材料,通过盆栽试验探究了甲哌喹和密高两种植物生长调节剂对大豆株型、产量及品质的调控效应。甲哌喹与密高均可显著矮化大豆株高(降幅分别为 25.06% ~ 46.77% 和 29.83% ~ 41.76%)、缩短节间距(降幅分别为 16.21% ~ 18.62% 和 25.17% ~ 35.86%),且对大豆主茎有效节数无显著负面影响,可有效塑造紧凑抗倒株型。二者对产量的调控与浓度明显相关,甲哌喹各浓度处理均能显著增产,增幅

17.05% ~ 26.73%,其中 2.0 mL·L<sup>-1</sup>处理(Mep II)效果最优,该处理下单株粒数、单株粒重和百粒重较对照分别显著提升 37.09%、53.80% 和 36.02%,密高中低浓度处理可显著增产 18.85% ~ 23.10%,以 6.7 mL·L<sup>-1</sup>处理(Mic II)效果最优,而 8.7 mL·L<sup>-1</sup>高浓度密高处理则较对照显著减产 3.53%。籽粒品质方面,两种调节剂各处理对大豆脂肪含量均无显著影响,仅 Mep II 和 Mic II 处理可分别显著提升籽粒粗蛋白含量 13.58% 和 6.50%。综合来看,2.0 mL·L<sup>-1</sup>甲哌喹处理综合调控效果最佳,可在优化大豆抗倒株型的同时实现最大产量增幅(26.73%),并显著改善籽粒蛋白品质。

## 参考文献

- [1] 邓磊,张瑞丰,傅健,等.不同生长调节剂、播期对间作大豆物质转化及品质的影响[J].西南大学学报(自然科学版),2024,46(9):1-18.  
Deng L, Zhang R F, Fu J, et al. The effects of different growth regulators and sowing date on substance conversion, yield and quality of intercropping soybean [J]. Journal of Southwest University (Natural Science), 2024, 46(9): 1-18.
- [2] 傅健,易靖,邓磊,等.播期及生长调节剂对间作大豆倒伏和产量的影响[J].西南大学学报(自然科学版),2024,46(9):19-34.  
Fu J, Yi J, Deng L, et al. Effect of sowing time and growth regulators on lodging and yield of intercropping soybean [J]. Journal of Southwest University (Natural Science), 2024, 46(9): 19-34.
- [3] 盖志佳.黑龙江省大豆抗旱综合防控技术[J].现代化农业,2024(8):15-17.  
Gai Z J. Comprehensive prevention and control technology of soybean drought resistance in Heilongjiang Province [J]. Modernizing Agriculture, 2024(8): 15-17.
- [4] 辛欣.提高黑龙江省大豆出口竞争力研究[J].知识经济,2017(3):37-38.  
Xin X. Study on improving the export competitiveness of soybean in Heilongjiang Province [J]. Knowledge Economy, 2017(3): 37-38.
- [5] 郎闯,李国泰.黑龙江省大豆产业发展战略研究[J].农业展望,2024,20(4):55-61.  
Lang C, Li G T. Soybean industry development strategy in Heilongjiang Province [J]. Agricultural Outlook, 2024, 20(4): 55-61.
- [6] 朱文雪,杨立达,王珺澜,等.烯胺复配剂与密度对带状间作大豆茎叶生长及产量形成的影响[J].中国油料作物学报,2025,47(4):959-969.  
Zhu W X, Yang L D, Wang J L, et al. Effects of uniconazole and

- diethyl aminoethyl hexanoate compound and density on stem and leaf growth and yield formation in strip intercropping soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2025, 47(4): 959-969.
- [7] 陶思羽, 彭耀, 高瑞廷, 等. 基于转录组分析植物调节剂 S3307 对大豆根瘤菌 *Sinorhizobium shofinae* 生长发育的调控机制[J]. 大豆科学, 2024, 43(5): 550-558.
- Tao S Y, Peng Y, Gao R T, et al. Transcriptome analysis of regulatory mechanism of plant growth regulator S3307 on growth and development of *Sinorhizobium shofinae*[J]. Soybean Science, 2024, 43(5): 550-558.
- [8] 梁雳峰. “井冈 113 号”芦笋分离蛋白的制备、性质及应用研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2024.
- Liang L F. Preparation technology, properties and application of “Jinggang 113” *Asparagus* protein isolate [D]. Nanchang: Nanchang University, 2024.
- [9] 毛庆丰. 植物生长调节剂对通辽地区不同种植密度大豆生长发育与产量的影响[D]. 通辽: 内蒙古民族大学, 2024.
- Mao Q F. Effects of plant growth regulators on growth and yield of soybean under different planting in Tongliao area[D]. Tongliao: Inner Mongolia University for the Nationalities, 2024.
- [10] 冯艳玲, 赵婧, 于德彬, 等. 植物生长调节剂在大豆中的应用[J]. 大豆科技, 2024(3): 33-38.
- Feng Y L, Zhao J, Yu D B, et al. Application of plant growth regulator in soybeans[J]. Soybean Science & Technology, 2024 (3): 33-38.
- [11] 邱丽娟, 常汝镇. 大豆种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- Qiu L J, Chang R Z. Descriptors and data standard for melon (*Glycine* spp.) [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006.
- [12] 徐遵华, 商泽宇, 薛华. 大豆症青的发生和防治[J]. 农业知识, 2023(11): 29-30.
- Xu Z H, Shang Z Y, Xue H. Occurrence and control of soybean bacterial wilt[J]. Agriculture Knowledge, 2023(11): 29-30.
- [13] 于微. 北方大豆种植及落花落荚防治技术研究[J]. 新农业, 2023(20): 4-5.
- Yu W. Study on soybean planting and control techniques of flower and pod falling in northern China [J]. New Agriculture, 2023 (20): 4-5.
- [14] 朱文雪, 杨立达, 漆信同, 等. 植物生长调节剂对大豆-玉米带状间作农艺性状及产量的影响[J]. 四川农业大学学报, 2023, 41(5): 773-780, 800.
- Zhu W X, Yang L D, Qi X T, et al. Effects of plant growth regulators on agronomic traits and yield of soybean-maize strip intercropping [J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2023, 41(5): 773-780, 800.
- [15] 黄深富. 低温胁迫下植物生长调节剂对鼓粒期大豆生理代谢和产量的调控效应[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2023.
- Huang S F. Regulatory effects of plant growth regulators on physiological metabolism and yield of soybean at R5 stage under chilling stress [D]. Zhanjiang: Guangdong Ocean University, 2023.
- [16] 于正茂, 王建国, 李晓霞. 50 g/L 甲哌喹水剂调节棉花生长试验效果评价[J]. 农业科技通讯, 2009(7): 79-81.
- Yu Z M, Wang J G, Li X X. Evaluation on the effect of 50 g/L mepiquat chloride on cotton growth [J]. Bulletin of Agricultural Science and Technology, 2009(7): 79-81.
- [17] 潘微, 孙福萍. 密高在大豆上的应用试验[J]. 现代化农业, 2019(4): 47-48.
- Pan W, Sun F P. Application experiment of dense height in soybean [J]. Modernizing Agriculture, 2019(4): 47-48.
- [18] 中央财政安排玉米大豆“一喷多促”一次性补助资金 24 亿元支持保秋粮丰收[J]. 中国植保导刊, 2023, 43(9): 122.
- The central government arranged a one-time subsidy of 2.4 billion Yuan for corn and soybean to support the bumper harvest in autumn [J]. China Plant Protection, 2023, 43(9): 122.
- [19] 邓贵仁, 侯敏. 大豆不同株型干物质积累动态与产量的关系[J]. 大豆科学, 1996, 15(3): 269-273.
- Deng G R, Hou M. Accumulative tendency of dry matter in relationships with yield in different plant type of soybean [J]. Soybean Science, 1996, 15(3): 269-273.
- [20] 王娜, 杨思敏, 刘蓓蓓, 等. 植物生长调节剂对绿豆干物质积累动态与产量的影响[J]. 中国农业大学学报, 2021, 26(3): 10-17.
- Wang N, Yang S M, Liu B B, et al. Regulation of plant growth regulator on dry matter accumulation and yield of mung bean [J]. Journal of China Agricultural University, 2021, 26(3): 10-17.
- [21] 曲继林, 曹友文, 段小莉, 等. 6% 寡糖·链蛋白可湿性粉剂与植物生长调节剂组合应用对大豆菌核病抗病性、农艺性状及产量品质的影响[J]. 农药, 2023, 62(8): 611-615.
- Qu J L, Cao Y W, Duan X L, et al. Effects of oligosaccharins·plant activator protein 6% WP combined with plant growth regulator on disease resistance, agronomic traits, yield and quality of soybean [J]. Agrochemicals, 2023, 62(8): 611-615.
- [22] 刘春娟, 宋双伟, 冯乃杰, 等. 干旱胁迫及复水条件下烯效唑对大豆幼苗形态和生理特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2016, 34(6): 222-227, 256.
- Liu C J, Song S W, Feng N J, et al. Effects of plant growth regulator S3307 on morphological and physiological characteristics of soybean seedling under drought stress and rewater treatment [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2016, 34(6): 222-227, 256.
- [23] 高宇, 朱诗禹, 田径, 等. 大豆主要害虫防控技术研究进展[J]. 大豆科技, 2022(3): 18-25.
- Gao Y, Zhu S Y, Tian J, et al. Research progress on prevention and control technology of main soybean pests [J]. Soybean Science & Technology, 2022(3): 18-25.