

## 2种植物生长调节剂对驻大麦5号生长及籽粒品质的影响

冯辉 薛正刚 郜战宁 杨永乾 王树杰

(驻马店市农业科学院/河南省大麦种质创制与利用工程技术研究中心,驻马店 463000)

**摘要:**为探究植物生长调节剂不同类型和浓度下对大麦生长、产量和品质等性状的影响,以驻大麦5号为试验材料,在大麦破口期喷施不同浓度和类型的植物生长调节剂,测定并运用模糊隶属函数和均方差系数赋予权重法综合评价驻大麦5号的农艺性状、产量与品质性状表现。结果表明:8种处理下的植物生长调节剂均能降低驻大麦5号的株高、减少不孕粒数;各处理籽粒千粒重、有效穗数和产量整体上均有增加;喷施40%乙烯利复配剂后,驻大麦5号籽粒蛋白质含量降低,淀粉含量随着喷施浓度的增加而逐渐增加;喷施劲丰谷德的处理淀粉含量均有增加。综合评价结果以喷施劲丰谷德浓度为3000mL/hm<sup>2</sup>时效果最好,其籽粒蛋白含量最高,产量也较高,具有较强的应用价值。

**关键词:**大麦;产量;品质;植物生长调节剂;模糊隶属函数;综合评价

### Effects of 2 Plant Growth Regulators on Growth and Grain Quality of Zhudamai No. 5

FENG Hui, XUE Zhenggang, GAO Zhanning, YANG Yongqian, WANG Shujie

(Zhumadian Academy of Agricultural Sciences/Barley Germplasm Creation and Utilization

Engineering Technology Research Center of Hennan, Zhumadian 463000, Henan)

大麦(*Hordeum vulgare* L.)属禾本科一年生草本植物,作为世界上种植面积仅次于玉米、小麦和水稻的第四大谷类作物,通常用于食品工业、养殖饲料原料和酿造业<sup>[1]</sup>。近年来,由于极端天气频发,高温胁迫导致麦穗灌浆期籽粒的穗粒数和千粒重降低<sup>[2]</sup>,并且随着灌浆进程的推进,光合产物向籽粒持续转移,茎秆及基部机械强度降低,穗部增重后遭遇风雨等外力作用时会发生倒伏,严重影响大麦产量,同时也降低了籽粒的商品性和品质<sup>[3]</sup>。因此,如何有效改善大麦大田生产中植株生长状况、增强其抗逆性,是实现大麦优质高产亟需解决的重要问题。

植物生长调节剂是人工合成的、通过影响植物内源激素合成与代谢调节植物生长发育的一种化学药剂,施用植物生长调节剂具有成本低、用量少、见效快等优点<sup>[4]</sup>。通过拌种或者喷施植物生长调节剂,可以调节作物生长发育过程中内源激素的动态平衡,保障作物增产稳产<sup>[5-7]</sup>。不同植物生长调节剂在调节作物生长发育中发挥着不同的作用。作物喷施植物调节剂,如缩节胺、烯效唑、矮壮素等能显著降低株高、增强作物茎秆强度、提高其抗倒伏能力<sup>[8]</sup>。郑明阳等<sup>[9]</sup>研究表明,200mg/L乙烯利浸种能促进大麦青稞幼苗生长,增强其耐旱性。顾大路等<sup>[10]</sup>研究表明,结合深翻旋耕,在小麦破口期喷施植物生长调节剂,可提高小麦抗倒伏能力和产量。目前,有关植物生长调节剂对大麦生长作用多集中在对其苗期生长发育的影响<sup>[9,11]</sup>,而有关抽穗期喷施植物调节

**基金项目:**国家大麦青稞产业体系项目(CARS-05-07B);河南省甘薯杂粮产业体系项目(Z2020-14-02);河南省科技攻关项目(242102111163)

**通信作者:**王树杰

剂对大麦籽粒产量和品质的作用关注较少,并且施用效果因调节剂的类型和浓度不同存在差异,使用不当则有减产风险。因此,筛选出适合大麦中后期生产中应用的植物生长调节剂,对防止大麦倒伏、提高大麦产量和品质具有重要意义。

本研究选用2种植物生长调节剂在大麦破口期进行喷施,研究不同调节剂、不同浓度对大麦农艺性状、产量及品质的影响,运用隶属函数法和均方差系数确定最佳喷施药剂类型及浓度,以期在当地生产上合理选用植物生长调节剂、提高大麦抗逆性、增加产量及改善品质提供理论依据。

## 1 材料与方法

**1.1 供试材料** 供试大麦品种为驻大麦5号,由驻马店市农业科学院育成;供试药剂40%乙烯利复配剂为四川国光农化股份有限公司生产,劲丰谷德(水剂,以微量元素肥料为主,并添加其他有效成分)为淮安市农业科学院提供。

**1.2 试验地概况** 试验基地位于驻马店市驿城区驻马店市农业试验站,海拔89.8m,属温带大陆性半湿润季风气候,年平均气温14.8℃,平均日照时数2104.8h,无霜期220d,年均降雨量1004.4mm。土壤类型为砂姜黑土,pH值5.63,0~20cm土层有机质含量17.27g/kg,全氮含量0.107g/kg,有效磷含量67.33mg/kg,速效钾含量173mg/kg。

**1.3 试验设计** 试验采用完全随机区组设计,喷施时期为大麦破口期。40%乙烯利复配剂(以下简称乙烯利)浓度分别设置为187.5mL/hm<sup>2</sup>(A1)、375mL/hm<sup>2</sup>(A2)、600mL/hm<sup>2</sup>(A3)、1125mL/hm<sup>2</sup>(A4);劲丰谷德(以下简称劲丰)浓度分别设置为750mL/hm<sup>2</sup>(B1)、1500mL/hm<sup>2</sup>(B2)、3000mL/hm<sup>2</sup>(B3)、4500mL/hm<sup>2</sup>(B4);对照(CK)喷施清水。每个处理3次重复,小区长9m,6行区,区间距23.0cm,宽1.4m。

**1.4 测定内容与方法** 于抽穗期在每个处理中选取抽穗时期一致的植株30株挂牌标记,成熟期时根据长势对样株的株高、穗长、不孕粒数、穗粒数、有效穗数及产量进行测定。千粒重、蛋白质含量、淀粉含量、纤维含量使用DA7200型近红外谷物品质分析仪(波通瑞华科学仪器(北京)有限公司生产)测定。

**1.5 数据处理** 采用Excel 2010和IBM SPSS

Statistics 27软件进行数据处理,用Origin 2024做图。参照孙东雷等<sup>[12]</sup>的方法,运用模糊隶属函数和均方差系数赋予权重对试验品种各处理进行综合评价,具体公式如下:

$$U(X_{ij}) = (X_{ij} - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (1)$$

当指标性状呈负相关时,公式为:

$$U(X_{ij}) = 1 - (X_{ij} - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (2)$$

式中: $U(X_{ij})$ 表示第*i*处理第*j*个指标的隶属函数值; $X_{ij}$ 表示第*i*处理第*j*个指标值; $X_{\max}$ 和 $X_{\min}$ 分别表示第*j*个指标值中的最大值和最小值。

$$P_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - X_j)^2 / X_j} \quad (3)$$

$$W_j = P_j / \sum_{j=1}^n P_j \quad (4)$$

$$D_j = \sum_{i=1}^n (U(X_{ij}) \times W_j) \quad (5)$$

式中: $W_j$ 表示第*j*个指标在所有指标中的权重系数; $P_j$ 表示第*j*个指标的均方差系数; $D_j$ 表示第*i*个处理的综合评价,计算出*D*值大小可以对各处理下驻大麦5号的综合表现进行排序。

## 2 结果与分析

**2.1 植物生长调节剂对驻大麦5号主要农艺性状的影响** 从表1可知,叶面喷施调节剂后,驻大麦5号株高均显著降低。与对照相比,喷施乙烯利的植株以处理A4株高降低最多,较对照株高降低6.04%;喷施劲丰的植株以处理B4株高最低,降幅达15.25%,处理B1株高较对照降低6.25%。

与对照相比,喷施乙烯利浓度在处理A1~A2范围内时,其穗长均有显著降低,喷施浓度增加到处理A3时,穗长略低于对照,但差异不显著;喷施劲丰后,驻大麦5号穗长随浓度增加呈逐渐增加的趋势,与对照相比,处理B4的穗长显著增加了1.41%。

喷施乙烯利浓度在处理A1~A3间时,驻大麦5号的不孕粒数降低,较对照下降7.32%~21.90%;喷施劲丰的处理不孕粒数均低于对照,处理B3、B4与对照差异显著,较对照不孕粒数分别下降19.51%和24.39%。

**2.2 植物生长调节剂对驻大麦5号产量及其构成因素的影响** 从表2可以看出,叶面喷施乙烯利后,除处理A3外,处理A1、A2和A4穗粒数均高于对

表 1 驻大麦 5 号农艺性状变化

| 植物生长调节剂    | 处理 | 株高 (cm)        | 穗长 (cm)       | 不孕粒数          |
|------------|----|----------------|---------------|---------------|
| 40% 乙烯利复配剂 | CK | 101.22 ± 0.16a | 6.40 ± 0.01a  | 1.37 ± 0.06ab |
|            | A1 | 98.78 ± 0.20b  | 5.90 ± 0.05c  | 1.27 ± 0.06bc |
|            | A2 | 97.89 ± 0.51c  | 6.13 ± 0.003b | 1.17 ± 0.06cd |
|            | A3 | 97.50 ± 0.60c  | 6.34 ± 0.04a  | 1.07 ± 0.08d  |
|            | A4 | 95.11 ± 0.46d  | 6.40 ± 0.10a  | 1.38 ± 0.04a  |
| 劲丰谷德       | CK | 101.22 ± 0.16a | 6.40 ± 0.01b  | 1.37 ± 0.06a  |
|            | B1 | 94.89 ± 0.22b  | 6.31 ± 0.02c  | 1.22 ± 0.03ab |
|            | B2 | 94.56 ± 0.20b  | 6.32 ± 0.01c  | 1.29 ± 0.04a  |
|            | B3 | 92.89 ± 0.25c  | 6.40 ± 0.03b  | 1.10 ± 0.13bc |
|            | B4 | 85.78 ± 0.23d  | 6.49 ± 0.04a  | 1.03 ± 0.12c  |

同列不同小写字母表示在 0.05 水平上存在显著差异,下同

表 2 驻大麦 5 号产量及其构成因素变化

| 植物生长调节剂    | 处理 | 穗粒数            | 有效穗数(万穗/hm <sup>2</sup> ) | 千粒重(g)         | 产量(kg/hm <sup>2</sup> ) |
|------------|----|----------------|---------------------------|----------------|-------------------------|
| 40% 乙烯利复配剂 | CK | 29.45 ± 0.31ab | 670.00 ± 2.47bc           | 39.98 ± 0.31c  | 6217.73 ± 33.07c        |
|            | A1 | 30.20 ± 0.10ab | 667.14 ± 2.47c            | 40.92 ± 0.13b  | 6349.40 ± 102.55b       |
|            | A2 | 30.60 ± 0.64a  | 677.14 ± 2.47a            | 41.58 ± 0.03a  | 6905.22 ± 11.89a        |
|            | A3 | 29.42 ± 0.65b  | 672.86 ± 4.29abc          | 41.24 ± 0.04ab | 6790.36 ± 42.30a        |
|            | A4 | 29.62 ± 0.81ab | 674.29 ± 2.47ab           | 40.68 ± 0.53b  | 6883.37 ± 36.63a        |
| 劲丰谷德       | CK | 29.45 ± 0.31ab | 670.00 ± 2.47d            | 39.98 ± 0.31d  | 6217.73 ± 33.07c        |
|            | B1 | 30.28 ± 0.90a  | 687.14 ± 8.92c            | 40.32 ± 0.11c  | 7022.33 ± 40.98b        |
|            | B2 | 28.68 ± 0.38b  | 675.71 ± 2.47d            | 41.58 ± 0.12a  | 7062.67 ± 43.59ab       |
|            | B3 | 29.68 ± 0.35a  | 707.14 ± 4.29b            | 41.34 ± 0.09ab | 7020.09 ± 42.20b        |
|            | B4 | 29.48 ± 0.29ab | 722.86 ± 2.47a            | 41.21 ± 0.14b  | 7108.61 ± 13.76a        |

照,处理 A2 穗粒数最高,较对照高 3.80%;叶面喷施劲丰后,以处理 B1 穗粒数最高,其次为处理 B3,分别较对照高 2.82% 和 0.78%。

叶面喷施乙烯利后,驻大麦 5 号有效穗数表现为处理 A2 最高,较对照显著高 1.07%;叶面喷施劲丰后,各处理有效穗数均高于对照,且处理 B1、B3 和 B4 与对照间差异显著,以处理 B4 有效穗数最高,较对照高 7.89%。

叶面喷施乙烯利后,驻大麦 5 号千粒重均显著高于对照,以处理 A2 最高,较对照高 4.00%,其次是处理 A3,较对照高 3.15%;叶面喷施劲丰后,各处理千粒重均显著高于对照,较对照提高 0.85%~4.00%,以处理 B2 千粒重最高。

叶面喷施乙烯利后,各处理籽粒产量均显著高于对照,以处理 A2 产量最高,其次是处理 A4,分别较对照高 11.06% 和 10.71%;叶面喷施劲丰后,各处

理的产量也显著高于对照,以处理 B4 产量最高,其次是处理 B2,分别较对照高 14.33% 和 13.59%。

**2.3 植物生长调节剂对驻大麦 5 号主要品质性状的影响** 由图 1 可知,叶面喷施乙烯利后,驻大麦 5 号籽粒蛋白质含量均低于对照,且处理 A2、A3 和 A4 均与对照差异显著,处理 A1 与对照间差异不显著;叶面喷施劲丰后,驻大麦 5 号籽粒蛋白质含量以处理 B3 最高,其次是处理 B1,与处理 B2、B4 间存在显著性差异,处理 B3、B1 分别较对照籽粒蛋白质含量增加了 0.10、0.03 个百分点。

驻大麦 5 号籽粒中淀粉含量随乙烯利喷施浓度的增加呈逐渐增加的趋势,且喷施后各处理与对照间差异显著;喷施劲丰后,驻大麦 5 号各处理籽粒淀粉含量均有增加,其中处理 B2 与对照间差异显著,较对照淀粉含量高 0.47 个百分点。

喷施 2 种植物生长调节剂后,各处理籽粒纤维

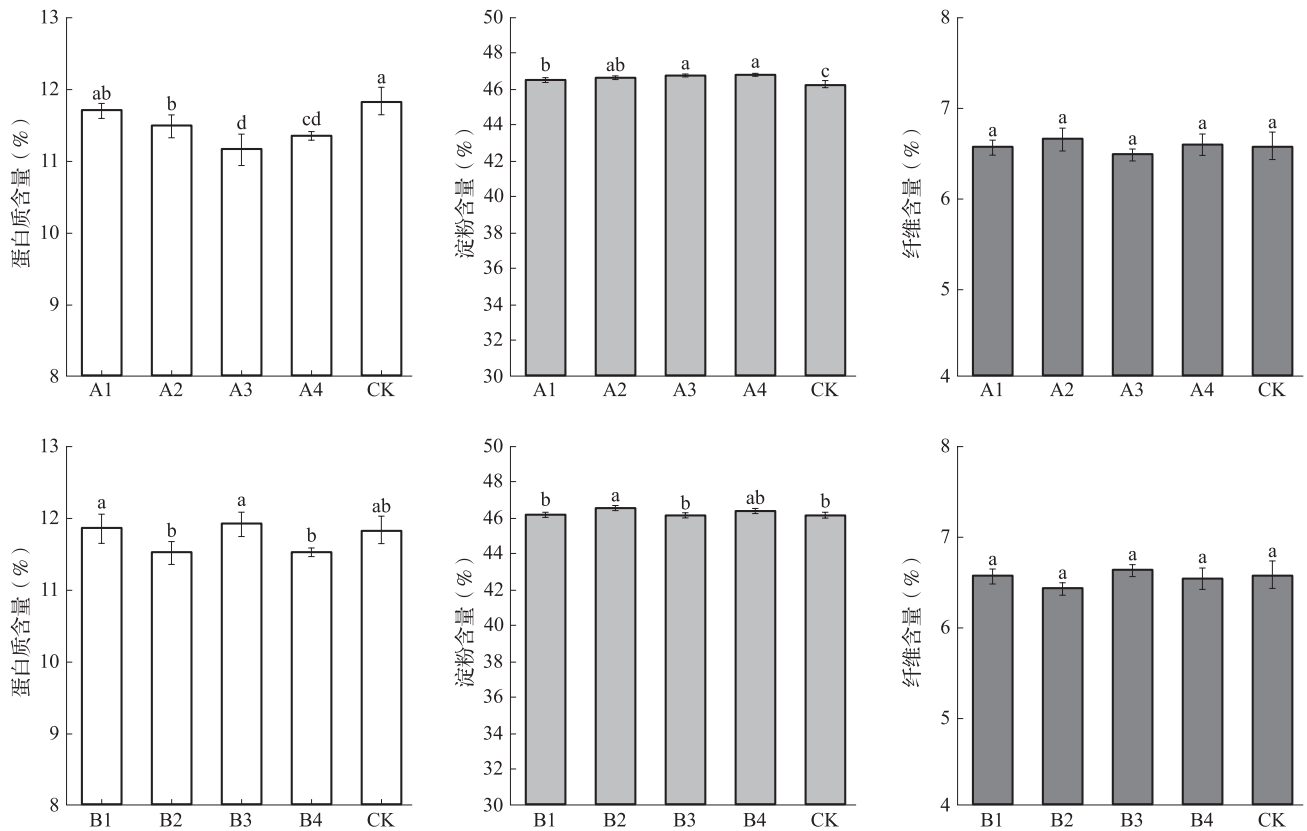


图1 驻大麦5号品质性状变化

含量均与对照没有显著差异,喷施乙烯利处理 A1、A2 和 A4 纤维含量大于对照;喷施劲丰各处理以 B3 纤维含量最高,较对照高 0.07 个百分点。

**2.4 不同植物生长调节剂处理的综合评价** 为避免单一性状测定值对目标性状的片面性,本试验将农艺性状、产量指标和籽粒品质性状相结合,通过模糊隶属函数对数据进行标准化,其中不孕粒数为负向指标,其他 9 个为正向指标,利用均方

差系数赋予权重法综合评价不同浓度调节剂喷施下驻大麦 5 号各性状指标的综合评价值。首先通过公式(1)进行模糊隶属函数值标准化(表 3),然后通过公式(3)和公式(4)确定各性状的权重系数。从表 3 可以看出,权重系数依次为不孕粒数 > (32.53%) > 产量(14.49%) > 株高(14.28%) > 穗长(8.78%) > 有效穗数(8.52%) > 蛋白质含量(6.63%) > 穗粒数(5.91%) > 千粒重(4.37%) > 纤

表3 不同植物生长调节剂处理的隶属函数值及排序

| 处理      | 株高    | 穗长   | 不孕粒数  | 穗粒数  | 有效穗数 | 千粒重  | 产量    | 蛋白质含量 | 淀粉含量 | 纤维含量 | D 值   | 排序 |
|---------|-------|------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|----|
| A1      | 0.84  | 0.00 | 0.31  | 0.80 | 0.00 | 0.54 | 0.15  | 0.70  | 0.59 | 0.33 | 0.377 | 8  |
| A2      | 0.78  | 0.39 | 0.60  | 1.00 | 0.21 | 1.00 | 0.77  | 0.52  | 0.47 | 0.00 | 0.646 | 3  |
| A3      | 0.76  | 0.75 | 0.89  | 0.39 | 0.10 | 0.72 | 0.64  | 0.00  | 0.12 | 0.67 | 0.641 | 4  |
| A4      | 0.60  | 0.85 | 0.00  | 0.50 | 0.13 | 0.40 | 0.75  | 0.26  | 0.00 | 0.17 | 0.384 | 7  |
| CK      | 1.00  | 0.85 | 0.03  | 0.41 | 0.05 | 0.00 | 0.00  | 0.87  | 1.00 | 0.33 | 0.333 | 9  |
| B1      | 0.59  | 0.69 | 0.46  | 0.85 | 0.36 | 0.19 | 0.90  | 0.91  | 1.00 | 0.33 | 0.594 | 5  |
| B2      | 0.57  | 0.71 | 0.26  | 0.00 | 0.15 | 0.91 | 0.95  | 0.48  | 0.18 | 1.00 | 0.462 | 6  |
| B3      | 0.46  | 0.85 | 0.80  | 0.53 | 0.72 | 0.78 | 0.90  | 1.00  | 1.00 | 0.00 | 0.754 | 1  |
| B4      | 0.00  | 1.00 | 1.00  | 0.42 | 1.00 | 0.70 | 1.00  | 0.48  | 0.65 | 0.50 | 0.751 | 2  |
| 权重系数(%) | 14.28 | 8.78 | 32.53 | 5.91 | 8.52 | 4.37 | 14.49 | 6.63  | 1.49 | 3.00 |       |    |

维含量(3.00%)>淀粉含量(1.49%)。利用公式(4)计算出各处理下驻大麦5号的综合评价值。由表3可看出,各处理综合评价结果由高到低依次为B3>B4>A2>A3>B1>B2>A4>A1>CK。

### 3 讨论与结论

大麦青稞与其他麦类作物相比,根系浅且节间长,茎秆质地薄软,易倒伏<sup>[13]</sup>。增强大麦抗倒伏能力关键在于适当控制株高,增强茎秆机械强度<sup>[14]</sup>。植物生长调节剂在提升作物抗性方面作用明显,小麦起身期进行化控处理不仅可以使小麦基部节间长度缩短,茎秆增粗,而且能有效降低株高,提高其抗倒伏能力<sup>[6]</sup>。在本试验条件下,驻大麦5号喷施40%乙烯利复配剂和劲丰谷德可显著降低株高,较对照降低幅度在2.41%~15.25%之间,这与章蓉等<sup>[15]</sup>对小麦喷施植物生长调节剂株高显著降低的结果一致。杨文飞等<sup>[16]</sup>在小麦始穗期喷施100mL/667m<sup>2</sup>劲丰谷德,2个参试小麦品种的株高降低但穗长增加,在本试验条件下,喷施浓度为3000mL/hm<sup>2</sup>、4500mL/hm<sup>2</sup>时驻大麦5号的株高降低,但穗长仍增加。

禾谷类作物实现高产的一个重要基础是产量构成因素间协调发展<sup>[17]</sup>,通过化控技术可促进光合产物向生殖器官转移,创建适宜的植株群体结构,进而提高作物产量<sup>[18]</sup>。本试验研究发现,与对照相比,除处理A1外,其他处理的有效穗数均有增加,增幅在0.43%~7.89%之间。前人研究认为喷施乙烯利可改善作物的生长以及产量构成因素,在水稻破口期喷施劲丰谷德可提高其结实率、增加水稻的千粒质量<sup>[19-20]</sup>。本研究结果表明,喷施植物生长调节剂后,各处理籽粒千粒重均显著高于对照,而穗粒数除处理A3和B2外,均高于对照,这与朱云林等<sup>[9]</sup>在水稻上的研究结果一致。喷施植物生长调节剂均显著提高了驻大麦5号的籽粒产量,其中处理B4有效穗数最高、增产效果最明显,可能是因为喷施植物生长调节剂后改善了籽粒灌浆和干物质积累<sup>[21]</sup>,提高了籽粒千粒重,一定程度上弥补了穗粒数的不足。

喷施植物生长调节剂可促进内源激素对碳氮代谢相关基因表达的影响,进而影响植物的品质性状<sup>[22]</sup>。本试验喷施40%乙烯利复配剂增加了驻大麦5号籽粒中的纤维含量和淀粉含量,但籽粒中

蛋白质含量有不同程度下降,而喷施劲丰谷德处理B1、B3蛋白质含量有增加,淀粉含量均有增加,纤维含量与对照间差异不显著。以上结果与屈洋等<sup>[20]</sup>研究认为喷施乙烯利后大豆籽粒蛋白质含量有所降低结论一致,但与秦武发等<sup>[23]</sup>研究认为花后喷施乙烯利可提高籽粒品质的结论存在一定差异,这可能与作物的种类、品种特性、施用生育期及环境条件有一定关系。

科学与合理的综合评价结果受到评价指标丰欠程度的直接影响,相似指标间信息易重叠,代表性不强<sup>[24]</sup>。本研究将农艺性状、品质指标、产量及产量构成因素进行综合评价,进一步消除重叠信息间的不利影响。通过隶属函数与均方差系数赋予权重法对驻大麦5号10个指标进行综合评价,结果表明驻大麦5号在喷施劲丰谷德浓度为3000mL/hm<sup>2</sup>(处理B3)、4500mL/hm<sup>2</sup>(处理B4)和喷施40%乙烯利复配剂浓度为375mL/hm<sup>2</sup>(处理A2)、600mL/hm<sup>2</sup>(处理A3)时的综合评价值较高,喷施效果较好。

本研究结果表明,驻大麦5号在喷施不同类型和浓度的植物生长调节剂后,增加喷施浓度时株高明显降低,可有效防止植株倒伏,改善营养代谢和群体质量,减少不孕粒的发生,提高千粒重,增加驻大麦5号产量。不同植物生长调节剂类型对驻大麦5号籽粒蛋白质含量的影响存在差异,各性状综合评价结果以劲丰谷德施用3000mL/hm<sup>2</sup>对提高驻大麦5号株高、籽粒品质及产量因子效果最好。

### 参考文献

- [1] 闫莹. 野生大麦相关性状的全基因组关联分析. 杨凌:西北农林科技大学,2023
- [2] 周国勤,谢旭东,姜明波,陈真真,李刚,李宇峰,谢迎新. 不同播期豫南稻茬麦产量及其与气象因子的通径分析. 河南农业科学, 2019,48(9): 23-29
- [3] 吴传万,杜小凤,杨文飞,顾大路,文廷刚,钱新民,朱云林,王伟中. 植物生长调节剂劲丰对大麦抗倒性与产量的影响. 黑龙江八一农垦大学学报,2013,25(3): 4-10
- [4] 王畅,赵海东,冯乃杰,郑殿峰,梁晓艳,齐德强. 两个生态区大豆光热资源利用率和产量的差异及对化控剂的响应. 应用生态学报, 2018,29(11): 3615-3624
- [5] 张蒙,张海金,王凯玺,张文飞,朱康宁,刁玉霖,刘明水,陈国秋. 5种不同植物生长调节剂对朝谷58生长及产量的影响. 中国种业, 2024(6): 109-116,125
- [6] 马瑞琦,亓振,常旭虹,王德梅,陶志强,杨玉双,冯金凤,孙敏,赵广

- 才. 化控剂对冬小麦植株性状及产量品质的调节效应. 作物杂志, 2018 (1): 133-140
- [7] 王慧, 张明伟, 雷晓伟, 余明杰, 顾后文, 李春燕, 朱新开, 郭文善. 植物生长调节剂拌种对扬麦 13 茎秆生长及籽粒产量的影响. 麦类作物学报, 2016, 36 (2): 206-214
- [8] 李振丽, 程瑞婷, 李瑞奇, 李雁鸣. 行距配置和化控对冬小麦茎秆质量和抗倒性能的影响. 麦类作物学报, 2013, 33 (3): 507-513
- [9] 郑明阳, 周锐, 熊敏先, 黄乙琼, 崔岚冰, 李彦, 卢志豪, 吴迪. 植物生长调节剂对青稞种子萌发、幼苗生长及耐旱性的影响. 江苏农业科学, 2023, 51 (10): 105-112
- [10] 顾大路, 杨秀梅, 杜小凤, 李刚华, 孙爱侠, 钱新民, 贾艳艳, 文廷刚, 李正鹏. 不同耕作方式下施用劲丰谷德对小麦抗倒伏性状与产量的影响. 江苏农业科学, 2021, 49 (20): 103-107
- [11] 冯辉, 薛正刚, 郜战宁, 王树杰. 不同时期喷施多效唑对大麦生长和产量的调节效应. 大麦与谷类科学, 2014, 31 (4): 59-62
- [12] 孙东雷, 卞能飞, 王幸, 邢兴华, 沈一, 徐泽俊, 齐玉军, 王晓军. 高油酸花生萌发期耐冷性综合评价及种质筛选. 核农学报, 2021, 35 (6): 1263-1272
- [13] 陈一西, 汪军成, 姚立蓉, 刘梅金, 司二静, 杨轲, 孟亚雄, 马小乐, 李葆春, 王化俊. 2 种生长延缓剂对青稞抗倒伏、生长及品质的影响. 大麦与谷类科学, 2019, 36 (5): 24-31
- [14] 黄金堂. 二棱大麦茎秆性状与抗倒性关系的研究. 麦类作物学报, 2004, 24 (3): 49-52
- [15] 章蓉, 姜恩熙, 陈思, 余徐润, 陈刚, 冉莉萍, 熊飞. 乙烯利与 1-甲基环丙烷调控小麦穗部籽粒形成的研究. 作物杂志, 2023 (6): 101-107
- [16] 杨文飞, 文廷刚, 孙爱侠, 吴雪芬, 王伟中. 新型增产抗倒营养剂“劲丰谷德”对小麦抗倒性和产量的影响. 金陵科技学院学报, 2019, 35 (1): 65-68
- [17] 魏廷邦, 胡发龙, 赵财, 冯福学, 于爱忠, 刘畅, 柴强. 氮肥后移对绿洲灌区玉米干物质积累和产量构成的调控效应. 中国农业科学, 2017, 50 (15): 2916-2927
- [18] 黄文婷, 冯乃杰, 郑殿峰, 靳丹, 牟保民, 丁凯鑫. 烯效唑和胺鲜酯对大豆叶片光合特性与碳代谢的调控效应. 大豆科学, 2020, 39 (2): 243-251
- [19] 朱云林, 顾大路, 王伟中, 杜小凤, 杨文飞, 孙爱侠. 不同时期喷施劲丰谷德对水稻茎秆生长和产量的影响. 江苏农业科学, 2016, 44 (12): 124-126
- [20] 屈洋, 马雯, 刘晓婷, 薛玉莹, 王可珍. 种植密度和喷施乙烯利对大豆产量和品质的影响. 安徽农学通报, 2024, 30 (9): 20-24
- [21] 文廷刚, 陈昱利, 杜小凤, 吴传万, 钱新民, 吴雪芬, 王伟中. 不同植物生长调节剂对小麦籽粒灌浆特性及粒重的影响. 麦类作物学报, 2014, 34 (1): 84-90
- [22] 韩雅婷, 钱建财, 宋正熊, 赵红朝, 黄五星. 不同植物生长调节剂对烟草生育期和烟叶品质的影响. 江苏农业科学, 2024, 52 (4): 101-107
- [23] 秦武发, 董永华, 张彩英, 史吉平, 荣广哲. 开花后喷施植物生长调节物质对小麦籽粒千粒重、蛋白质含量和沉降值的影响. 植物生理学通讯, 1996 (2): 124-125
- [24] 蒋正文, 岳宏伟, 陈娇, 刘晗. 基于隶属函数法的宁夏滴灌玉米灌溉制度研究. 江苏农业科学, 2023, 51 (7): 190-196

(收稿日期: 2024-08-29)

(上接第 82 页)

## 参考文献

- [1] 邓伟, 张新明. 中国水稻种业发展历程研究. 中国种业, 2022 (11): 1-10
- [2] 陈能, 罗玉坤, 朱智伟, 谢黎虹. 食用稻米米饭质地及适口性的研究. 中国水稻科学, 1999, 13 (3): 152-156
- [3] 黄晓珊. 粳稻产量和品质性状分析及种质资源评价和利用的研究. 天津: 天津农学院, 2010
- [4] 郎有忠, 窦永秀, 王美娥, 张祖建, 朱庆森. 水稻生育期对籽粒产量及品质的影响. 作物学报, 2012, 38 (3): 528-534
- [5] 吴殿星, 舒小丽, 吴伟. 稻米淀粉品质研究与利用. 北京: 中国农业出版社, 2009
- [6] 郑英杰, 孙滨, 夏明, 阙补超, 于亚辉, 王莹. 北方杂交粳稻株型与食味品质性状的关系. 北方水稻, 2014 (1): 10-13
- [7] 殷春澜, 王书玉, 刘贺梅, 孙建权, 胡秀明, 王和乐, 田芳慧, 王玲燕. 播量和施氮量对直播稻产量和品质的影响. 中国农学通报, 2018, 34 (20): 1-6
- [8] 张春红, 李金洲, 田孟祥, 王才林. 不同食味粳稻品种稻米蛋白质相关性状与食味的关系. 江苏农业学报, 2010, 26 (6): 1126-1132
- [9] 王莹, 于亚辉, 阙补超, 夏明, 郑英杰, 李林蔚, 王彤. 稻米食味品质性状相关性分析. 湖北农业科学, 2016, 55 (16): 4090-4092
- [10] 王伯伦, 王锋, 王术. 不同类型东北粳稻品种食味及品质性状的研究. 中国稻米, 2015, 21 (4): 62-64
- [11] 汪本福. 粳稻不同生育期类型品种产量形成特性与品质特征研究. 扬州: 扬州大学, 2006
- [12] 季彪俊. 影响水稻产量因子的研究. 西南农业大学学报, 2005, 27 (5): 579-583
- [13] 华泽田, 袁幸福, 隋国民. 北方杂交粳稻遗传改良与生理基础. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2006
- [14] 张巧凤. 粳稻食味品质性状的相关性及 QTL 定位. 南京: 南京农业大学, 2007
- [15] 倪善君, 雷云翘, 路洪彪, 赵一洲, 张战. 粳稻穗部性状分析及与米质的关系. 垦殖与稻作, 2006 (3): 20-23
- [16] 胡继鑫. 水稻穗部性状与产量和品质的关系研究. 重庆: 西南大学, 2008

(收稿日期: 2024-08-07)