

# 烯效唑干拌种对冬小麦生理·形态特征及产量的影响

石在臣, 刘宗亮 ( 济宁职业技术学院北校区济宁农业学校, 山东济宁 272031)

**摘要** 采用田间试验研究了烯效唑干拌种对冬小麦生理、形态特征及产量的影响。结果表明, 与对照相比, 烯效唑显著增加了小麦次生根的数量和单株干重, 小麦次生根数量的增加以抽穗期最为显著; 植株干重的增加以拔节期和抽穗期最为显著; 烯效唑能显著降低株高, 随浓度增加而更显著; 烯效唑能显著增加小麦叶片叶绿素含量, 越冬期高于拔节期; 烯效唑能显著增加粒位叶面积; 烯效唑能显著增加小麦分蘖数, 以增加冬前分蘖最为显著; 烯效唑提高了产量, 同时小麦单位面积穗数和千粒重均有不同程度的增加, 其增加顺序为: 单位面积穗数 > 千粒重; 烯效唑可导致每穗粒数降低, 随浓度提高而更明显。烯效唑的使用浓度以 20 ng/kg 为佳。

**关键词** 烯效唑; 小麦; 生育生理特征; 产量

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)12-03508-02

烯效唑是 20 世纪 90 年代开发应用的一种新型植物生长延缓剂, 属低毒物质, 具有生物活性高、调节、杀菌和除草等作用<sup>[1-3]</sup>。前人研究, 烯效唑干拌小麦种子对小麦具有较好的培育壮苗和增产效果<sup>[4]</sup>。对小麦的增产机理, 前人多以研究小麦分蘖特性为多, 而烯效唑对小麦株高、分蘖、叶面积、叶绿素含量影响的研究报道较少。小麦株高与倒伏具有密切关系, 分蘖与单位面积收获穗数具有相关性, 叶面积和叶绿素含量直接影响小麦的光合能力和光合速率, 对小麦千粒重至关重要。笔者拟对此进行分析研究, 以探讨烯效唑干拌种对小麦增产的物质基础, 为小麦生产的实际应用提供参考。

## 1 材料与试验方法

试验于 2004 ~ 2006 年在山东省嘉祥县疃里镇小麦示范园进行。小麦品种为济麦 19, 烯效唑(S 3307) 为江苏建湖农药厂生产的 5% 可湿性粉剂。

试验田 0 ~ 20 cm 土层有效养分含量为: 有机质 11.00 g/kg, 全氮 0.82 g/kg, 水解氮 78.21 ng/kg, 速效磷 20.27 ng/kg, 速效钾 82.17 ng/kg。田间管理措施与示范园高产田一致。

试验设烯效唑拌种浓度(烯效唑有效成分与种子干重之比) 分别是: 10 ng/kg(A<sub>1</sub>), 20 ng/kg(A<sub>2</sub>), 30 ng/kg(A<sub>3</sub>), 不拌种作对照(A<sub>0</sub>)。小区面积 32 m<sup>2</sup>, 行距 25 cm, 重复 3 次, 随机区组排列, 基本苗 180 株/m<sup>2</sup>。于 2004 年 10 月 4 日和 2005 年 10 月 6 日播种, 小麦成熟后每小区实收 21 m<sup>2</sup> 计产并考种。

**考察和测定内容:** 各小区取代表试样 30 株于起身期、拔节期和抽穗期分别考察单株次生根数量及单株干重; 越冬、拔节期采用 80% 丙酮浸提比色法测定叶片叶绿素含量, 同时调查单株茎蘖数; 开花后, 测定粒位叶面积; 成熟后, 测定株高、产量和产量构成。

## 2 结果与分析

**2.1 对次生根数量和单株干重的影响** 经烯效唑处理的小麦, 其次生根数量明显增加(表 1)。起身期调查, 3 种拌种处理与对照相比, 差异极显著, 以 A<sub>2</sub> 的效果最好, 增加 25.74%; 拔节期, A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub> 与 A<sub>1</sub> 和 A<sub>0</sub> 相比, 差异显著, A<sub>1</sub> 和 A<sub>0</sub> 之间差异不显著, 以 A<sub>2</sub> 为好; 抽穗期调查的结果同起身期基本一致。结果表明, 小麦拌烯效唑其浓度高于 10 ng/kg 时, 对小麦春

季根系数量的增加, 特别是拔节之后根数量的增加具有明显的促进作用, 这样在一定程度上提高了小麦对养分的吸收能力和抗旱能力; 小麦单株干重(含根系) 的变化也表现出同次生根数量基本相同的变化规律, A<sub>2</sub> 在拔节期和抽穗期分别增加了 11.95% 和 12.02%。该研究结果同杨文钰等的结果一致<sup>[5]</sup>。

表 1 不同处理对小麦单株次生根和单株干重的影响

处理	起身期		拔节期		抽穗期	
	次生根 条	干重 g	次生根 条	干重 g	次生根 条	干重 g
A <sub>0</sub>	10.1 B	0.478 b	19.7 b	1.832 B	26.9 C	2.322 b
A <sub>1</sub>	12.3 A	0.482 b	20.2 b	1.923 AB	36.8 B	2.542 a
A <sub>2</sub>	12.7 A	0.493 a	20.9 a	2.051 A	39.2 A	2.601 a
A <sub>3</sub>	12.6 A	0.490 a	20.7 a	2.002 A	39.3 A	2.507 a

注: 小写字母表示差异显著(P < 0.05), 大写字母表示差异极显著(P < 0.01), 下表同; 表中数据为 2 年均值。

**2.2 对茎蘖、成穗率的影响** 试验结果表明(表 2), 烯效唑具有促进分蘖的作用, 其大小因浓度而不同。在越冬期, 3 种处理比对照分蘖数增加 10.34% ~ 18.76%, 以 A<sub>2</sub> 和 A<sub>3</sub> 处理为好, A<sub>2</sub> 稍优于 A<sub>3</sub>; 在拔节期, 分蘖数增加 2.65% ~ 5.43%。结果表明, 烯效唑对小麦增蘖的主要类型是冬前分蘖, 由此小麦则表现出依靠主蘖、大蘖成穗及成穗率高等特点。烯效唑拌种降低了无效分蘖, 提高了分蘖成穗率, 有利于高光效群体的形成。

表 2 不同处理对小麦茎蘖、成穗率的影响

处理	茎蘖数 万 hm <sup>2</sup>		有效穗数 万 hm <sup>2</sup>	成穗率 %
	越冬期	拔节期		
A <sub>0</sub>	748.9 cB	1 234.5 b	588.1	47.63
A <sub>1</sub>	826.3 bA	1 267.2 ab	609.1	48.07
A <sub>2</sub>	889.4 aA	1 301.5 a	625.5	48.08
A <sub>3</sub>	846.4 aA	1 292.4 a	618.2	47.83

**2.3 对叶片叶绿素含量的影响** 叶绿素含量高低影响光合作用的强弱, 而叶绿素动态变化可显示叶片功能及衰老程度, 这些都会直接影响作物产量。测定结果表明(表 3), 烯效唑对小麦叶绿素含量的效果因浓度而不同。越冬期, A<sub>2</sub> 和 A<sub>3</sub> 与对照叶绿素含量有显著差异, 分别增加 11.27% 和 11.97%, 与 A<sub>1</sub> 差异显著; A<sub>1</sub> 和 A<sub>0</sub> 处理无显著区别。拔节期测定表明, 与对照相比, 烯效唑处理也显著提高了叶绿素含量, A<sub>2</sub> 和 A<sub>3</sub> 分别使叶绿素总含量增加 7.93% 和 7.32%, 显著高于对照和 A<sub>1</sub>。

叶绿素 a/b 比值与光合速率呈正相关, 比值高易形成更

**作者简介** 石在臣(1963-), 男, 山东嘉祥人, 高级讲师, 从事作物栽培和育种研究。

收稿日期 2007-01-18

多的光合单位,利于提高作物光合效率。研究结果(表3)显示,小麦采用烯效唑拌种能提高叶绿素a/b比值,但不显著。

通过2个时期测定,烯效唑同时提高叶绿素a和b的含量,但其比值在每个时期基本未变。

表3 不同处理对叶片叶绿素含量的影响

处理	总叶绿素 mg/g		叶绿素a mg/g		叶绿素b mg/g		叶绿素a/b 比值	
	越冬期	拔节期	越冬期	拔节期	越冬期	拔节期	越冬期	拔节期
A <sub>0</sub>	1.420 b	1.640 b	0.618	0.753	0.802	0.887	0.77	0.85
A <sub>1</sub>	1.430 b	1.660 b	0.621	0.761	0.809	0.899	0.77	0.85
A <sub>2</sub>	1.580 a	1.770 a	0.691	0.828	0.889	0.942	0.78	0.88
A <sub>3</sub>	1.590 a	1.760 a	0.693	0.821	0.897	0.939	0.77	0.87

**2.4 对株高和粒位叶叶面积的影响** 植物生长延缓剂有延缓植物生长,有效降低株高的功效。烯效唑在这方面效果较明显(表4)。A<sub>2</sub>、A<sub>3</sub>处理株高显著低于对照,随着拌种浓度提高,株高降低愈明显,A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>和A<sub>3</sub>处理其株高分别降低4.71%、7.93%和8.18%。株高降低则小麦发生倒伏的机率也随之降低。烯效唑对小麦粒位叶叶面积的影响和对株高的影响恰恰相反。3种处理都能提高小麦粒位叶的叶面积,特别是旗叶的叶面积,以A<sub>2</sub>处理最好,旗叶+倒2叶和旗叶叶面积分别比对照增加5.15%和9.24%,差异显著。

表4 不同处理对株高、粒位叶叶面积的影响

处理	株高 cm	旗叶+倒2叶 cm <sup>2</sup>	旗叶 cm <sup>2</sup>	倒2叶 cm <sup>2</sup>
A <sub>0</sub>	80.7 a	45.85 b	22.72 b	23.13 a
A <sub>1</sub>	76.9 ab	46.70 ab	23.01 b	23.69 a
A <sub>2</sub>	74.3 b	48.21 a	24.82 a	23.39 a
A <sub>3</sub>	74.1 b	48.17 a	24.69 a	23.48 a

**2.5 对产量和产量构成因素的影响** 不同处理的籽粒产量有一定差异(表5),A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>和A<sub>3</sub>分别比对照增产3.12%、6.25%和3.75%。小麦产量决定于单位面积收获穗数、每穗粒数和粒重,各处理间的产量差异与这些构成因素有关。表5显示,A<sub>2</sub>和A<sub>3</sub>处理收获穗数显著高于对照,分别增加了6.36%和5.12%,A<sub>1</sub>和对照差异不显著。烯效唑提高了低位分蘖(冬前分蘖)是收获穗数增加的主要原因(表2);3种处理都降低了每穗粒数,随浓度提高效果更明显,这可能是由于随着单位面积穗数的增加,穗数与穗粒数矛盾加剧而导致了穗小、粒少的缘故;A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>和A<sub>3</sub>处理的千粒重较对照分别增加了0.86%、3.15%和2.84%,其主要原因可能是烯效唑提高了叶绿素含量和粒位叶叶面积,保证了粒位叶的光合能力和光合强度,从而提高了粒重。

表5 不同处理对产量及产量构成因素的影响

处理	小区产量 kg	理论产量 kg/hm <sup>2</sup>	穗数 万/hm <sup>2</sup>	每穗粒数 个	千粒重 g	增产 %
A <sub>0</sub>	16.0	7619.0	588.1 b	30.17 a	42.90 a	
A <sub>1</sub>	16.5	7857.1	609.1 b	29.92 a	43.27 a	3.12
A <sub>2</sub>	17.0	8095.2	625.5 a	29.24 a	44.25 a	6.25
A <sub>3</sub>	16.6	7904.7	618.2 a	28.99 b	44.12 a	3.75

注:小区面积21 m<sup>2</sup>。

### 3 结论与讨论

根、叶功能的强弱是植物生长好坏的关键因素。研究表明,烯效唑的使用增加了小麦次生根的数量和单株干重,提高了叶绿素含量,扩大了粒位叶的叶面积,特别是旗叶的叶面积。次生根数量的增加,有利于根系更好地吸收矿质营养,朝着有利于小麦高产的方向发展。单株干重的增加,在

一定程度上保障了小麦健壮的营养生长,具有较多的“源”,有利于幼穗进一步分化,也为提高小麦产量奠定了物质基础。该研究中2个叶绿素含量明显增加的处理,单株叶片叶绿素总量平均较对照增加9.60%,特别是在越冬期增加高达11.97%,表明烯效唑处理导致的叶绿素含量的提高是由于烯效唑促进了叶绿素合成而增加的结果。粒位叶是籽粒干物质的主要来源,穗粒重的高低主要取决于小麦后期植株粒位叶光合产物的多少和同化产物的分配状况<sup>[6]</sup>。烯效唑是一种生长延缓剂,它使叶片的表皮细胞变短,细胞之间的间隙变得紧密,导致叶片变宽变厚,叶绿素含量增加,从而提高光合速率,促进能量循环和物质代谢,延缓叶片衰老<sup>[7]</sup>。该研究证实了这一点,烯效唑处理能显著增加小麦植株的粒位叶叶面积,增加了5.15%。

烯效唑表现出对株高的明显抑制作用,降幅为4.71%~8.18%。株高的降低,改变了营养物质(包括光合产生的有机养分)运输路线,其意义一是扩大了粒位叶叶面积,二是促进了分蘖的增加,特别是冬前分蘖,增幅为10.34%~18.76%。冬前分蘖为收获穗数增加奠定了基础,是小麦高产的主要因素之一。

烯效唑能提高小麦产量,增幅3.12%~6.25%。就产量构成因素来分析,烯效唑使小麦穗数增加21.0万~37.4万/hm<sup>2</sup>,增幅为3.57%~6.36%,其主要原因可能是烯效唑增加了冬前分蘖,降低了无效分蘖,使成穗率提高所致;烯效唑使千粒重增加0.37~1.35g,增幅为0.86%~3.15%,其主要原因可能是烯效唑提高了粒位叶叶面积,延长了叶片功能期,保证了小麦的正常灌浆,提高了千粒重;烯效唑会导致每穗粒数降低,随浓度提高更明显,这与梁雪莲等<sup>[3]</sup>的结果不同,其主要原因可能是穗数增加较多而导致穗数与穗粒数矛盾加剧,造成了穗粒数降低。

试验结果表明,烯效唑的使用浓度以20 ng/kg为佳。

### 参考文献

- [1] 刘传飞,严晓华.烯效唑和多效唑在大豆叶片和土壤的降解动态比较[J].植物生理学通讯,1998,34(5):350-352.
- [2] 潘瑞焱.植物生长延缓剂的生化效应[J].植物生理学通讯,1996,32(3):161-168.
- [3] 梁雪莲,杨文钰.不同播期下烯效唑拌种对小麦生育进程与小穗数的影响[J].四川农业大学学报,1998,16(4):10-14.
- [4] 杨文钰,于振文,余松烈.烯效唑干拌种对小麦的增产作用[J].作物学报,2004,30(4):502-506.
- [5] 杨文钰,樊高琼.烯效唑干拌种对小麦根叶生理功能的影响[J].中国农业科学,2005,38(7):1339-1345.
- [6] 岳寿松.小麦生育后期的光合作用与产量[J].山东农业大学学报,1989(1):89-94.
- [7] 李莹莹,陈凤玉.水稻烯效唑浸种对秧苗影响的解剖学观察[J].中国水稻科学,2001,15(4):330-332.