

不同氮水平下化学调控对旱地冬小麦生长及产量的影响

鱼彩彦^{1,2}, 周建斌¹, 拓秀丽¹, 郑险峰¹, 汤海军¹

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省咸阳市职业技术学院, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 通过田间试验研究了不同氮水平下分阶段采用多效唑及其与 6-BA 配合对小偃 6 号和小偃 22 两小麦品种生长及产量的影响。结果表明, 多效唑浸种显著增加了小麦的单株分蘖, 拔节初期喷施多效唑明显降低了两品种的株高。不同生长阶段使用生长调节物质均增加了两品种的叶面积和叶片叶绿素 SPAD 值, 尤其以灌浆初期喷施 6-BA 后对成熟期叶片 SPAD 值的增加幅度最为突出, 表明其具有延缓叶片衰老, 延长叶片功能期的效果。采用多效唑及其与 6-BA 配合进行分阶段化学调控具有明显增产作用, 其中多效唑与 6-BA 相结合处理较清水处理小麦产量提高了 601.2 kg/hm², 增产幅度达显著水平; 小麦穗粒数和千粒重的增加是其籽粒增产的主要原因。由此可见, 在小麦生长的不同阶段采取不同的化控措施, 可以有效地调节小麦生长发育, 达到提高作物产量的目的。

关键词: 冬小麦; 施氮量; 化学调控; 生育阶段

中图分类号: S512.1⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2007)01-0058-05

养分供应是作物生长的基础, 是影响作物形态发育、器官建成和产量形成最重要的因素, 作物集约栽培产量的提高在很大程度上与氮肥用量有关。作物化学控制则是应用植物生长调节物质, 改变内源激素系统, 调节作物生长发育, 使其朝着人们预期的方向和程度发生变化的技术^[1]。

已有许多研究肯定了不同类型植物生长调节物质对小麦生长发育的作用效果, 但应该看到, 目前对这些生长调节剂的应用多局限于某一生育阶段的生理调控^[2~5]。作物生长发育以及产量和品质的形成既具有明显的阶段性, 更具有密不可分的连续性。也就是说, 不同阶段有其各自的代谢特点及生长发育特性, 生理调控的目的和手段应有所差异; 同时, 由于作物生长的连续性, 决定了仅仅调控作物某一生育阶段的代谢过程及生长发育特性, 难以达到提高作物产量和品质的最终目的。因此, 在作物生长的不同阶段采取不同的生理调控措施, 协调作物生长发育及其与环境的关系, 是综合提高作物水分及养分利用效率的有效措施。另外, 化学调控如何与营养调控有效地结合, 也是尚待深入研究的问题。

因此, 本研究以旱地冬小麦为对象, 研究了在不同施氮水平基础上, 采用多效唑(PP333)浸种及作物不同生育期喷施 PP333 和 6-苄基嘌呤(6-BA)的

分阶段化学调控的方法对不同基因型小麦生长、产量及其构成因素的影响, 旨在为提高旱地小麦产量提供有效的调控措施及相应的理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2004 年 10 月~2005 年 6 月在黄土高原南部的西北农林科技大学农作一站农化试验站的旱作农田进行, 前茬为小麦, 土壤为红油土, 其基本理化性状为: pH 7.70, 有机质含量 14.77 g/kg, 全氮含量 0.75 g/kg, 速效磷 12.6 mg/kg, 速效钾 198.5 mg/kg, NH₄⁺-N 4.64 mg/kg, NO₃⁻-N 35.6 mg/kg。

试验设氮肥、调节剂和品种 3 个试验因素, 采用裂区设计, 氮肥为主区, 作基肥一次施用, 施用量分别为 0、120 和 240 kg N/hm² (代号分别为 N₀、N₁、N₂); 调节剂为副区, 处理包括清水浸种(W)、多效唑浸种+拔节期(3 月 30 日)喷施多效唑、多效唑浸种+拔节期喷施多效唑+灌浆期初期(5 月 9 日)喷施 6-BA, 多效唑浸种和喷施浓度均为 250 mg/L, 6-BA 喷施浓度为 0.1 g/kg, 喷施用量为 675 L/hm², 其它处理喷施等量清水; 品种为副副区, 分别为小偃 22(矮秆型)和小偃 6 号(高秆型)。共 18

收稿日期: 2005-10-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(30230230); 国家 863 农业节水项目(2002AA6Z3031)

作者简介: 鱼彩彦(1970-), 女, 陕西长武人, 讲师, 在职研究生, 主要从事植物营养调控研究。

个处理,重复 4 次,主区面积为 36 m^2 ,副区面积为 12 m^2 ,副副区面积为 6 m^2 。以磷肥作为肥底,施用量 $100 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{hm}^2$ 。小麦播种时,开沟带尺点播,穴距 6 cm ,行距 20 cm 。小麦整个生育期间未进行灌溉,其它田间管理措施同当地大田生产。

1.2 小麦单株分蘖及成穗数调查

每小区设两个样点(各 1 m 长),调查基本苗(2004 年 11 月 10 日)和分蘖(2005 年 3 月 7 日),于 2005 年 6 月 4 日调查成穗数。根据基本苗换算为单株分蘖数和单株成穗数。

1.3 测定项目和方法

小麦生长期分别于返青期(3 月 7 日)、拔节期(4 月 13 日)、灌浆期(5 月 12 日)、成熟期(6 月 4 日)测定株高、叶面积、叶片叶绿素含量及生物量。株高、叶面积用直尺测定,叶面积 = 长 \times 宽 $\times 0.76^{[6]}$ 。返青期和拔节期测定顶部完全展开叶的

面积和叶绿素含量,灌浆期叶绿素的测定部位为旗叶。叶绿素含量采用 SPAD-502 便携式叶绿素仪测定,测定结果以 SPAD 值表示,SPAD 值是一个无量纲的比值,与叶片中叶绿素含量呈正相关^[7]。小麦成熟后按小区收获,测产并考种。

2 结果与分析

2.1 不同处理对冬小麦分蘖的影响

从表 1 可以看出,多效唑浸种明显提高小麦单株分蘖数,较清水浸种单株分蘖增加了 6.45% ,相当于每公顷增加 13.5 万个分蘖。氮肥施用量对小麦分蘖的影响也达显著水平, N_2 和 N_1 分别较 N_0 增加 1.54 个和 2.05 个单株分蘖。两品种相比,小偃 6 号分蘖数高于小偃 22,差异达显著水平。不同处理相比,两品种均是 $\text{N}_1\text{PP333}$ 处理的分蘖最高。

表 1 不同处理对冬小麦单株分蘖的影响

Table 1 Effects of different treatments on the number of tillers per plant

处理 Treatments	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	氮肥平均 N-application rates mean	化学调控平均 Chemical regulation mean
WN_0	2.81 _c	2.14 _b	2.57 _b	3.71 _b
WN_1	5.77 _a	3.69 _a	4.82 _a	—
WN_2	4.82 _b	3.07 _{ab}	4.11 _a	—
$\text{N}_0\text{PP333}$	2.87 _c	2.46 _b	—	3.95 _a
$\text{N}_1\text{PP333}$	5.85 _a	3.96 _a	—	—
$\text{N}_2\text{PP333}$	5.09 _a	3.46 _a	—	—

注:① W、PP333 分别表示用清水和多效唑浸种;② 相同的字母代表处理间差异未达到 0.05 的显著水平(下同)。

Note: ① W and pp333 indicated separately soaking of seeds with water and Paclobutrazol (PP333); ② Same letter in each column indicates no significant difference at 0.05 level(The same as below).

2.2 不同处理对冬小麦株高的影响

从表 2 可以看出,多效唑浸种对返青期小偃 22 表现出一定的矮化作用,但尚未达显著水平,而多效唑浸种对这一时期小偃 6 号未表现出矮化作用,甚至还较对照有增加趋势,原因可能与这一时期小麦节间尚未伸长,多效唑的矮化作用尚未在高秆型小麦小偃 6 号表现出来有关。多效唑浸种结合拔节初期喷施,对小麦表现出一定的矮化作用,在 N_0 、 N_1 和 N_2 供应水平下采用多效唑处理,小偃 22 的株高分别降低了 2.0 、 2.4 和 0.3 cm ,小偃 6 号分别降低 1.3 、 2.9 和 1.0 cm 。方差分析表明, N_0 和 N_1 较各自相应的对照降幅均达显著水平,而 N_2 较对照降幅未达显著水平。平均来看,高秆型品种小偃 6 号株高降低程度(1.73 cm)大于矮秆型的小偃 22 (1.57 cm)。说明多效唑能使植株矮化,提高群体抗

逆性,增强抗倒伏能力。各生长调节剂处理也降低了灌浆期小麦株高,调节剂处理株高顺序为 $\text{PP333BA} < \text{PP333} < \text{W}$ 。方差分析表明,调节剂降低株高程度与清水处理间的差异达显著水平,而 PP333BA 与 PP333 处理间无明显差异。

氮肥对小麦株高也有明显影响。小麦生长的不同生育期施用氮肥显著增加了小麦株高, N_2 和 N_1 较 N_0 小麦株高的差异显著, N_2 和 N_1 小麦株高的差异不显著。氮肥增加小麦株高的原因可能与其促进植物体内赤霉素合成有关^[8,9]。方差分析还发现,调节剂、氮肥和品种对株高的影响存在交互作用,其中拔节期和灌浆期氮肥和品种对株高存在交互作用,且达显著水平(分别为 $F_{0.05} = 5.56 > 3.35$, $df_1 = 2$, $df_2 = 27$ 和 $F_{0.05} = 6.61 > 3.35$, $df_1 = 2$, $df_2 = 27$),其余交互作用均不明显。

表 2 不同处理对冬小麦株高的影响(cm)

Table 2 Effects of different treatments on the height of winter wheat

处理 Treatments	返青期 Reviving stage		拔节期 Jointing stage		灌浆期 Grain filling stage	
	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6
	WN ₀ W	19.1 _{ab}	14.1 _b	47.0 _b	47.6 _b	62.2 _b
WN ₁ W	20.9 _a	15.0 _{ab}	52.3 _a	52.2 _a	66.6 _a	76.3 _a
WN ₂ W	19.4 _{ab}	15.4 _a	49.2 _b	53.9 _a	67.0 _a	75.0 _a
PP333N ₀ PP333	18.1 _b	15.7 _a	45.0 _c	46.3 _c	60.3 _c	64.6 _b
PP333N ₁ PP333	19.8 _{ab}	15.1 _{ab}	49.9 _b	49.3 _b	65.1 _{ab}	74.8 _a
PP333N ₂ PP333	19.3 _{ab}	15.7 _a	48.9 _b	52.9 _a	64.5 _{ab}	73.3 _a
PP333N ₀ BA	—	—	—	—	60.7 _c	64.5 _b
PP333N ₁ BA	—	—	—	—	64.3 _{ab}	73.7 _a
PP333N ₂ BA	—	—	—	—	64.3 _{ab}	72.3 _a

注: W、PP333、BA 分别表示喷施清水、喷施多效唑和喷施 6-BA(下同)。

Note: W, PP333, BA indicated the treatments with water, paclobutrazol and 6-BA, respectively(The same as below).

2.3 不同处理对冬小麦叶面积的影响

从表 3 可以看出, 不论是否施用氮肥, 多效唑浸种或多效唑浸种结合拔节初期喷施处理均有增加小麦叶面积的趋势, 其中拔节期小偃 22 号不施氮下叶面积以及氮肥施用量为 240 kg/hm² 时小偃 6 号处

理的叶面积较相应对照达显著水平外, 其它处理的增幅均未达显著水平。在小麦生长的不同生育时期, 施氮显著增加了两品种的叶面积。不同品种相比, 返青期小偃 22 的叶面积显著大于小偃 6 号, 拔节期两品种叶面积接近。

表 3 不同处理对冬小麦叶面积的影响 (cm²)

Table 3 Effect of different treatments on leaf area of winter wheat

处理 Treatments	返青期 Reviving stage		拔节期 Jointing stage	
	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6
	WN ₀ W	8.39 _b	5.23 _b	17.37 _c
WN ₁ W	10.67 _a	6.14 _b	20.88 _{ab}	19.64 _{bc}
WN ₂ W	9.66 _{ab}	6.30 _a	21.24 _a	20.47 _b
PP333N ₀ PP333	8.71 _b	5.87 _b	19.02 _b	19.13 _{bc}
PP333N ₁ PP333	10.82 _a	6.34 _{ab}	21.33 _a	21.88 _{ab}
PP333N ₂ PP333	10.11 _a	6.80 _a	21.58 _a	22.17 _a

表 4 不同处理对冬小麦 SPAD 值的影响

Table 4 Effect of different treatments on the SPAD value of winter wheat

处理 Treatments	返青期 Reviving stage		拔节期 Jointing stage		灌浆期 Grain filling stage		成熟期 Ripening stage	
	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6
	WN ₀ W	38.7 _c	43.9 _b	46.5 _c	46.8 _b	42.9 _d	41.0 _d	4.9 _e
WN ₁ W	50.3 _a	50.7 _a	53.9 _b	48.9 _b	50.9 _b	44.4 _c	29.2 _c	25.2 _c
WN ₂ W	50.6 _a	50.7 _a	56.3 _a	50.5 _a	53.3 _a	50.9 _a	35.6 _b	35.7 _b
PP333N ₀ PP333	43.5 _b	46.7 _b	49.8 _{bc}	47.3 _b	44.9 _{cd}	44.4	7.9	6.5 _e
PP333N ₁ PP333	54.5 _a	51.4 _a	56.1 _a	51.0 _a	50.1 _b	47.1 _b	29.1 _c	27.9 _c
PP333N ₂ PP333	52.1 _a	51.4 _a	57.9 _a	51.7 _a	53.4 _a	48.4 _{ab}	35.1 _b	38.7 _b
PP333N ₀ BA	—	—	—	—	46.9 _c	44.6 _c	12.9 _d	12.2 _d
PP333N ₁ BA	—	—	—	—	50.0 _b	47.1 _b	32.7 _b	34.6 _b
PP333N ₂ BA	—	—	—	—	55.6 _a	50.7 _a	45.7 _a	44.0 _a

2.4 不同处理对冬小麦叶片 SPAD 值的影响

由表 4 可以看出,小麦不同生育时期,利用多效唑处理均增加了两品种叶片 SPAD 值,其中返青期和拔节期处理的效果均达显著水平;前期采用多效唑处理结合生长后期喷施 6-BA 后,增加了灌浆期间叶片 SPAD 值,多效唑处理结合生长后期喷施 6-BA 后,显著提高了成熟期叶片 SPAD 值。叶片 SPAD 值的高低与其代谢功能密切相关。由此可见,多效唑及其与 6-BA 组合具有延缓叶片衰老,延长旗叶功能期的显著作用,这无疑有利于积累更多的光合产物,获得高产。

氮肥对叶绿素含量也有显著影响。小麦生长不同生育期叶片 SPAD 值均为 $N_2 > N_1 > N_0$,且施氮与不施氮间差异多达显著水平,反映出了氮素供应与叶绿素合成间的密切关系。不同品种相比,各生育时期叶绿素 SPAD 值均为小偃 22 > 小偃 6 号,差异均达显著水平。氮肥、调节剂和品种对叶片 SPAD 值的影响存在交互作用,但未达显著水平。

2.5 不同处理对冬小麦产量及其构成因素的影响

由表 5、6 可以看出,使用氮肥也能明显增加产

量,产量分析表明,氮肥能明显提高作物产量,其中 N_1 和 N_2 分别较 N_0 增加 $2\ 086.5\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $2\ 276.7\ \text{kg}/\text{hm}^2$,增产达显著水平, N_2 较 N_1 增加 $190.2\ \text{kg}/\text{hm}^2$,增产未达显著水平。使用调节剂能明显提高作物产量,不同氮水平下不同处理相比,小麦籽粒产量的高低顺序为 PP333BA 处理 > PP333 处理 > W 处理,PP333 浸种结合拔节期喷施可使产量增加 $252.6\ \text{kg}/\text{hm}^2$,PP333 浸种结合拔节期喷施 PP333 和灌浆期喷施 6-BA 可使产量增加 $601.2\ \text{kg}/\text{hm}^2$,喷施 6-BA 较 PP333 处理可增加产量 $348.6\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。小偃 22 各处理中 PP333BA 较 W 和 PP333 增产 $745.05\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $279.05\ \text{kg}/\text{hm}^2$,小偃 6 号各处理中 PP333BA 较 W 和 PP333 增产 $457.3\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 和 $418.1\ \text{kg}/\text{hm}^2$,增产幅度达显著水平。表明作物生长后期喷施 6-BA 可明显增加冬小麦产量。不同品种相比,小偃 22 产量高于小偃 6 号,差异达显著水平,小偃 22 较小偃 6 号产量高 $491.42\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。

表 5 不同处理对冬小麦产量构成因素及产量的影响

Table 5 Effect of different treatments on winter wheat grain yield and their yield components

处理 Treatments	单株穗数 Ears per plant		穗粒数 Grains per ear		千粒重(g) 1000-grain weight		产量(kg/hm ²) Yield	
	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6	小偃 22 Xiaoyan 22	小偃 6 号 Xiaoyan 6
	WN ₀ W	1.7 _b	1.6 _b	28.83 _d	30.53 _d	40.76 _b	39.58 _{ab}	3709.4 _f
WN ₁ W	2.4 _a	2.5 _a	34.45 _b	34.17 _c	41.62 _{ab}	39.32 _{ab}	6292.9 _e	5613.1 _c
WN ₂ W	2.7 _a	2.1 _a	37.13 _a	36.13 _b	42.24 _a	40.47 _a	6127.9 _c	6103.5 _b
PP333N ₀ PP333	1.7 _b	1.6 _b	31.90 _c	32.60 _{cd}	38.89 _c	38.66 _b	4491.7 _e	3703.3 _e
PP333N ₁ PP333	2.6 _a	1.9 _{ab}	35.23 _b	34.75 _c	41.24 _{ab}	38.34 _b	6595.4 _b	5787.2 _c
PP333N ₂ PP333	2.7 _a	2.0 _a	36.13 _{ab}	37.37 _{ab}	41.89 _{ab}	39.72 _{ab}	6441.1 _{ab}	6297.5 _b
PP333N ₀ BA	1.7 _b	1.6 _b	34.08 _b	32.92 _{cd}	40.65 _b	40.51 _a	4749.9 _d	4173.9 _d
PP333N ₁ BA	2.6 _a	1.9 _{ab}	35.25 _b	36.37 _b	42.86 _a	40.76 _a	6923.9 _b	6088.2 _b
PP333N ₂ BA	2.7 _a	2.0 _a	37.07 _a	38.25 _a	43.01 _a	39.40 _{ab}	6691.7 _b	6780.3 _a

从产量构成因素分析(表 6),随着施氮量的增加,单株穗数、穗粒数及千粒重均有增加,其中单株穗数和穗粒数施氮较不施氮显著增加,但不同施氮水平间差异未达显著水平;施氮对小麦千粒重影响的差异未达显著水平。品种间单株穗数和千粒重,均为小偃 22 > 小偃 6 号,且单株穗数和千粒重差异显著,穗粒数两品种差异不显著。与清水对照相比,使用生长调节剂有增加小麦单株穗数的趋势,但未达显著水平。而使用生长调节剂能显著提高小麦穗粒数。仅使用 PP333 的处理千粒重显著低于 W 和

PP333BA,PP333 和 BA 配合使用千粒重有增加趋势。

多效唑及其与喷施 6-BA 结合能够显著提高小麦的穗粒数和千粒重的原因可能为:一是其显著增加小麦生长后期叶片的 SPAD 值(表 5),延缓了叶片衰老,延长了旗叶功能期,促进了光合产物的积累。另一方面,有研究表明^[10,11],籽粒中的 IAA 含量与其干物质积累呈正相关。喷施 6-BA 后抑制了发育籽粒产生的 IAA 向外输出,提高了籽粒中 IAA 的含量和籽粒的灌浆强度,促进了籽粒灌浆。

表 6 施氮量、调节剂对产量及其构成因素综合分析

Table 6 Effects of N-application rates and PGRs on winter wheat grain yield and its constituents

项目 Items	施氮量 N-application rates			调节剂 PGRs		
	N ₀	N ₁	N ₂	W	PP333	PP333BA
单株穗数 Ears per plant	1.6 _b	2.3 _a	2.4 _a	2.1 _a	2.2 _a	2.3 _a
穗粒数 Grains per ear	31.8 _b	35.0 _a	37.0 _a	33.5 _b	34.7 _a	35.7 _a
千粒重 1000-grain weight (g)	39.8 _a	40.7 _a	41.1 _a	40.7 _a	39.8 _b	41.2 _a
产量 Yield (kg/hm ²)	4130.3 _b	6216.8 _a	6407.0 _a	5300.1 _b	5552.7 _{ab}	5901.3 _a

3 结 论

1) 不同化控处理小麦籽粒产量的高低顺序为多效唑与 6-BA 相结合处理(PP333BA) > 多效唑处理(PP333) > 清水处理(W), 其中多效唑与 6-BA 相结合处理(PP333BA) 较清水处理(W) 小麦产量提高了 601.2 kg/hm², 增产幅度达显著水平。表明采用植物生长调节剂(多效唑及其与 6-BA 配合), 进行分段化控具有明显的增产作用。

2) 不同氮水平下使用生长调节物质显著增加了叶片的 SPAD 值, 小麦叶面积有增加的趋势, 其中灌浆初期喷施 6-BA 后成熟前期旗叶的 SPAD 值的增加尤为突出。叶片是光合产物的主要合成器官, 是籽粒充实的营养来源; 而叶绿素是植物进行光合作用的物质基础。因此, 叶片面积及叶绿素 SPAD 值的增加可能是使用植物生长调节剂后小麦增产的主要原因。

3) 多效唑浸种促进了小麦分蘖; 拔节初期喷施多效唑明显降低了小麦的株高, 有利于培育壮秆; 多效唑与灌浆初期喷施 6-BA 相结合显著提高两品种的穗粒数和千粒重。足蘖、壮秆和大穗(多粒)是小麦丰产的基础。由此可见, 在小麦生长的不同阶段采取不同的化控措施, 可以有效地调节小麦生长, 达到提高作物产量的目的。进一步扩大试验研究范围, 选择更有效的植物生长调节剂的种类及配比等,

是今后拟开展的研究任务。

参 考 文 献:

- [1] 段留生, 田晓莉. 作物化学控制原理与技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [2] Basra A S. Plant growth regulators in Agriculture and Horticulture[M]. New York: Food Products Press, 2000.
- [3] Rademacher W. PGRs-Present situation and outlook[J]. Acta Horticulture, 1993, 329:296-308.
- [4] 尚玉磊, 李春喜, 姜丽娜, 等. 植物生长调节剂对小麦产量及产量构成的影响[J]. 河南科学, 2000, 18(4): 408-411.
- [5] 张治安, 陈庆利, 徐克章. 灌浆期喷施 6-BA 对甜玉米一些生理指标的影响[J]. 植物生理学通讯, 2004, 40(6): 683-685.
- [6] 刘自华. 冬小麦春生叶面积校正系数及叶面积指数的研究[J]. 麦类作物学报, 1997, 17(1): 42-44.
- [7] 贾良良, 陈新平, 张福锁. 作物氮营养的无损测试技术[J]. 世界农业, 2001, 6: 36-37.
- [8] Matthews PR, Caldicott JLB. The effects of chlorquat chloride formulated with choline chloride on the height and yield of winter wheat[J]. Annals of Applied Biology, 1981, 97: 227-236.
- [9] Zhang G P. Gibberellic Acids 3 modifies some growth and physiological effects of Paclotrazol (PP333) on wheat [J]. Plant Growth Regul., 1997, 16: 21-25.
- [10] 王瑞英, 于振文. 稻麦及豆科作物籽粒发育过程中内源激素水平变化[J]. 麦类作物, 1997, 17(1): 44-47.
- [11] Bangerth F. IAA level and dry matter accumulation at different positions within a wheat ear[J]. Physiol Plant, 1985, 63: 121-125.

(英文摘要下转第 205 页)

the models showed: (1) there were some differences in yield potential and optimized-measures combination between big-pod variety Huayu 22 and small-pod variety Luhua 12. The maximum yield of Huayu 22 was $6\,498.6\text{ kg/hm}^2$ with the optimized-measures combination of $115.8\text{ kg N/hm}^2 + 2.09 \times 10^5\text{ plants/hm}^2$, while the maximum yield of Luhua 12 was only $5\,792.9\text{ kg/hm}^2$ with the optimized-measures combination of $101.9\text{ kg N/hm}^2 + 2.22 \times 10^5\text{ plants/hm}^2$. (2) The big-pod variety Huayu 22 was more sensitive to N rate, while the small-pod variety was more sensitive to plant density. When the N rate applied was under the optimized amount, every kg N could averagely increase 18.2 kg pod for Huayu 22, which is 6.3 kg higher than that for Luhua 12; when the plant number was under the optimized density, each increase of 10 thousand plants could averagely increase 92.3 kg pod for Luhua 12, which is 24.5 kg higher than that for Huayu 22. So to get high yield for small-pod variety more attention should be paid to plant density. (3) A measures combination for Huayu 22 was $109.0 \sim 156.2\text{ kg N/hm}^2 + 1.75 \sim 2.57 \times 10^5\text{ plants/hm}^2$ to get a yield above $5\,000\text{ kg/hm}^2$, and for Luhua 12 was $86.6 \sim 147.2\text{ kg N/hm}^2 + 1.85 \sim 2.58 \times 10^5\text{ plants/hm}^2$ to get a yield above $4\,000\text{ kg/hm}^2$.

Keywords: peanut; different variety types; single-seed planting; N fertilizer; plant density; yields; optimized-measures combination

(上接第 62 页)

Effects of plant growth regulators on the growth and yield of winter wheat at different N-application rates on dry land

YU Cai-yan^{1,2}, ZHOU Jian-bin¹, TUO Xiu-li¹, ZHENG Xian-feng¹, TANG Hai-jun¹

(1. College of Resource & Environmental Sciences, Northwest A & F University,

Yangling, Shaanxi 712100; 2 Xianyang Institute of Vocation and Technology, Shaanxi, 713700)

Abstract: A field experiment with the split-plot design was conducted to study the effects of the application rates of nitrogen and growth regulator substances on the growth and grain yield of 2 winter wheat varieties. The result showed that seeds soaked with PP333 significantly increased the tiller number per plant at different N-application rates. The height of Xiaoyan 22 and Xiaoyan 6 were obviously decreased by spraying PP333 in jointing stage, and the decreasing rate of Xiaoyan 6 (1.73 cm) was more obvious than that of Xiaoyan 22 (1.57 cm). The leaf area and leaf SPAD value of the 2 cultivars were also increased by the PGRs during different growth phases; and the increase of leaf SPAD value was significant when the 6-BA was sprayed during the grain filling stage, which indicates the positive role of plant growth regulators (PGRs) in improving the grain filling by delaying the senescence of flag leaf and extending the function time of leaves. In addition, the grain number per plant, 1 000-grain weight, and the yield were obviously improved by using PGRs in different growth phase. PP333BA increased wheat yield by 348.6 kg/hm^2 and 601.2 kg/hm^2 compared with PP333 and Water, respectively.

Keywords: winter wheat; N-application rates; chemical regulation; growth phase