

复合型生长调节剂对玉米生长和产量的影响

韩毅强, 石 英, 杜吉到, 冯乃杰, 郑殿峰*

(黑龙江八一农垦大学, 黑龙江 大庆 163319)

摘要:施用植物生长调节剂能够调节作物株高、改变株型影响作物的抗逆性和产量。试验以哲单37(特早熟, 113 d)、先玉335(中早熟, 118 d)、郑单958(中熟, 120 d)和农大108(晚熟, 125 d)等4个玉米品种为材料, 分两个时期播种, 在拔节期分别喷施两种调节剂。结果显示:玉米拔节期喷施调节剂-A后能够提高玉米持绿叶片数、叶面积和干物重, 而降低黄叶数, 为成熟期产量的形成提供基础;在成熟期显著提高先玉335、郑单958和农大108的产量, 主要影响因素是百粒重和行粒数。调节剂-B能够显著缩短玉米第1节到第4节的节间距, 从而降低植株的高度, 通过缩短生育期使晚熟品种农大108正常成熟, 提高产量。

关键词:玉米;复合生长调节剂;干物重;乙烯利;烯效唑

中图分类号: S482.8

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)01-0028-04

Effects of Plant Growth Regulators Compound on Growth and Yield of Maize (*Zea mays* L.)

HAN Yiqiang, SHI Ying, Du Jidao, FENG Naijie, ZHENG Dianfeng*

(Heilongjiang Bayi Agricultural Reclamation University, Daqing 163319, China)

Abstract: Application of plant growth regulator can affect stress resistance and yield by adjusting plant height, changing plant types. In this study, 'Zhedan 37' (earlier maturing, 113 d), 'Xianyu 335' (mid-early maturing, 118 d), 'Zhengdan 958' (medium maturing, 120 d) and 'Nongda 108' (late maturing, 125 d) were sown at two dates, and two kinds of plant growth regulators were applied at jointing stage. Results showed that application of plant growth regulators A at jointing stage increased number of stay green leaves, leaf area and dry matter weight, and decreased number of yellow leaves, and provided basis for yield formation at mature stage. Application of plant growth regulators obviously improved yield of 'Xianyu 335', 'Zhengdan 958', and 'Nongda 108' at mature stage, and the main influence factors were 100-kernel weight and kernels per row. Application of plant growth regulators B obviously shortened the distance between the first node to forth node, then decreased the plant height, and shortened growth period duration, then insured the mature of 'Nongda 108' and increased maize yield.

Key words: Maize (*Zea mays* L.); Plant growth regulators Compound; Dry matter weight; Ethephon; Uniconazole-P

玉米是我国的第二大粮食作物,仅次于水稻,在我国国民经济发展中占有重要地位。玉米的单产是世界谷物作物中产量最高的^[1]。近年来,化学控制技术在玉米生产中的研究和应用取得了重大进展,并成为我国玉米高效栽培技术体系中的重要组成部分^[2]。通过喷施合适的调节剂可以改变农作物的株型,降低株高,抗倒伏,增强农作物抗逆性,调节作物生育期从而增加产量。例如应用植物生长调节剂乙烯利可降低玉米的穗位高,

增加茎粗,是防止倒伏的有效措施^[3-6]。谢桂先等在玉米授粉后喷施羧甲基壳聚糖可以提高作物叶片中叶绿素含量,提高玉米、水稻、木薯等作物储藏器官或种子中蛋白质含量^[7-8]。但单一调节剂使用时一般对条件和作物品种有针对性,不具广谱性,对产量提高有限,具有广谱性的复合调节剂应运而生,对复合型调节剂的效果及作用机理需要深入地研究,研究表明烯效唑和2-N,N-二乙氨基己酸酯复配可显著提高水稻苗期SOD和CAT活性,降低MDA含量,从而增强水稻秧苗抗逆境的能力^[9]。本文以玉米为材料,采用大田小区试验,分别探讨了以烯效唑和乙烯利为主要材料的两种复合生长调节剂对春玉米干物质、叶面积、株高

收稿日期: 2015-06-09

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD20B04)

作者简介: 韩毅强(1976-),男,讲师,硕士,主要从事作物栽培生理研究。

及产量性状的影响,旨在进一步为生长调节剂在玉米等作物上的应用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地点概况及试验设计

试验材料选择哲单37(特早熟)、先玉335(中早熟)、郑单958(中熟)和农大108(晚熟)4个品种。每年设2个播期处理,2013和2014年播期及播期编号分别为5月15日(D1)、5月22日(D2),第一播期在大喇叭口期喷施450 kg/hm²调节剂-A(主要成分:烯效唑40 mg/L,2-N,N-二乙氨基己酸酯20 mg/L),第二播期在大喇叭口期喷施450

kg/hm²调节剂-B(主要成分:乙烯利160 mg/L,2-N,N-二乙氨基己酸酯20 mg/L),对照喷施等量清水。试验设4次重复,采用随机区组设计,小区10 m行长、8行区,行距0.65 m,种植密度6.15万株/hm²。试验布置于黑龙江省大庆市林甸县宏伟乡吉祥村(黑龙江省第二积温带,47°13'8.55" N,125°0'3.84" E),试验地点选择平坦、整齐、肥力均匀的大豆茬口地块。试验土壤类型为草甸黑钙土,0~20 cm耕层土壤基本状况如表1所示。基施硫酸钾型掺混肥料(N:P₂O₅:K₂O=15:23:10)550 kg/hm²。各小区田间管理措施均与当地高产模式一致。

表1 0~20 cm耕层土壤基本农化状况

年份	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	pH值	有机质(g/kg)
2013	188.60	4.52	220.60	8.01	2.88
2014	176.52	4.62	190.70	8.21	2.76

1.2 玉米性状调查

吐丝期后第10天调查各品种的持绿叶片数、黄叶数、叶面积、株高、地上干重。成熟期测定株高、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、百粒重;收获时,去除边行后选取具代表性的10 m²测产获得实际产量。

1.3 数据分析

应用Microsoft Excel 2010录入数据、整理数据及作图,应用SPSS19.0统计分析软件进行数据差异显著性检验分析。

2 结果与分析

2.1 调节剂对玉米叶片的影响

试验表明两种调节剂对玉米叶片持绿均具有调节作用,其中调节剂-A显著提高了哲单37和先玉335的持绿叶片数。调节剂-B显著提高了哲

单37的持绿叶片数,对其他玉米持绿叶片数的调节作用较小。比较植株黄叶数发现调节剂-A和调节剂-B均显著减少玉米哲单37、先玉335和郑单958的黄叶数,对玉米的早衰具有抑制作用,前人研究发现玉米叶片的生长发育与衰老进程对光能的利用起着决定性作用,叶片早衰会导致叶面积减少、光合作用降低、光合产物积累减少,植株表现出未老先衰,对产量造成较大的损失^[10-11]。赵巧丽等研究玉米叶面积测定方法的试验也发现作物的叶面积与地上生物量有着密切的关系,子粒产量随叶面积指数和叶面积持续时期的降低而下降^[12]。喷施调节剂-A后哲单37、先玉335、郑单958和农大108的叶面积均提高,其中哲单37和先玉335达到显著水平。而调节剂-B能够引起玉米郑单958和农大108的叶面积下降(图1)。

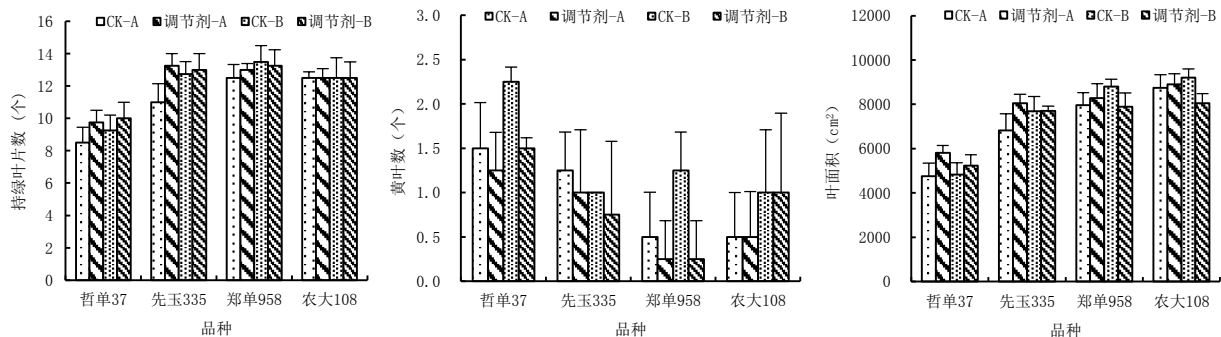


图1 调节剂对玉米叶片的调节作用

2.2 调节剂对玉米株高的影响

适当增加密度是提高玉米单产的有效手段,然而增加密度易造成玉米倒伏,产量不增反减。在玉米生产中,不仅可培育紧凑型玉米品种适合高密度栽培,还可通过栽培喷施调节剂调控个体株型,提高抗倒伏性,增加产量^[13-15]。试验喷施调节剂后,调节剂-B显著降低了先玉335和郑单958的植株的高度,分别比对照降低了4.4%和

4.6%,同时显著降低了先玉335和郑单958的穗位高,分别比对照降低了39.1%和11.5%,分析节间距发现,调节剂-B显著抑制了第1节到第4节的生长,降低了植株节间的长度,结果见表2。调节剂-A对植株高度和穗位高也有调节效应,能显著降低郑单958的株高和穗位高,分析节间距,未发现规律性变化(图2)。

表2 调节剂B对节间长度的影响

节间	哲单37		先玉335		郑单958		农大108	
	CK-B	调节剂-B	CK-B	调节剂-B	CK-B	调节剂-B	CK-B	调节剂-B
1	7.50±1.50a	5.75±1.88b	8.50±2.00a	5.50±0.50b	7.00±0.50a	5.25±0.11b	6.25±0.88a	5.50±0.25a
2	10.00±3.00a	9.75±0.88a	13.25±0.25a	12.50±0.25b	13.25±0.75a	9.25±1.38b	11.25±0.38a	10.00±0.50b
3	18.25±1.88a	12.75±1.75b	17.25±0.25a	14.25±0.88b	13.75±0.13a	12.00±3.00a	16.75±1.25a	12.50±0.25b
4	19.00±1.00a	16.50±2.00b	20.25±0.75a	17.75±0.13b	15.75±1.25a	15.00±0.50a	19.25±1.88a	15.75±0.88b

注:同品种每行不同小写字母表示差异显著($p < 0.05$)

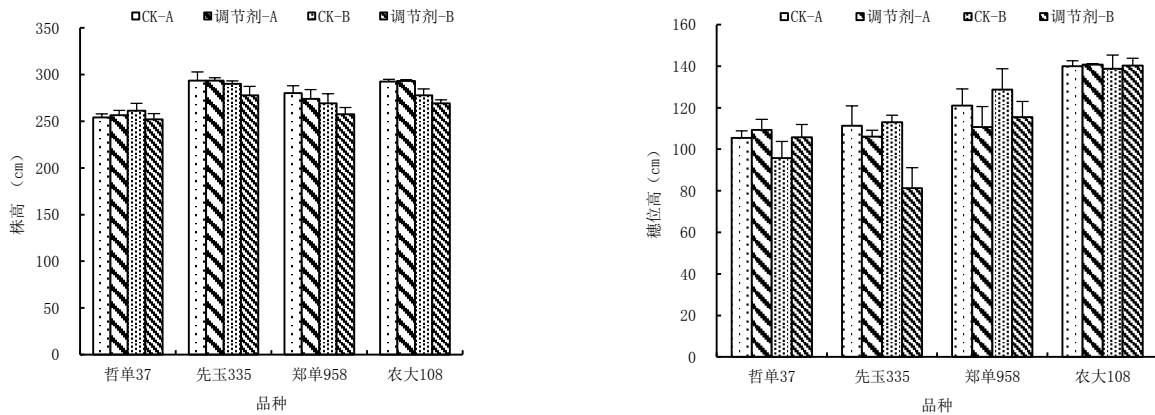


图2 调节剂对玉米株高和穗位高的调节作用

2.3 调节剂对玉米干物质重和产量的影响

如图3所示,调节剂-A对哲单37和先玉335的地上部干重有显著促进作用,地上部干重分别提高了17%和36%,由于作物子粒产量的绝大部分来自叶片的光合产物,生物产量即干物质积累量是产量形成的物质基础,与经济产量有着密切

的关系,在一定范围内,干物质积累越多,子粒产量也就越高,因此,掌握玉米的干物质积累与分配对提高产量具有重要意义^[16-20]。

如表3所示,调节剂-A对玉米产量的形成具有促进作用,喷施处理显著增加先玉335、郑单958和农大108的产量,分别提高了14.2%、14.6%和13.9%。对产量主要构成因素分析发现,喷施调节剂-A对穗行数、行粒数和百粒重均有影响,其中哲单37和农大108的百粒重达到显著差异。对实际产量和穗部性状因素作线性拟合,发现产量回归方程发生改变,采用向后筛选的方法,通过残差分析验证,回归方程由 $y=174.3x_1+292.8x_2-388.8x_3-1976.6$,变化为 $y=177.4x_1+169.4x_2+176.9x_3-6921.4$, $F=25.733^*(p < 0.01)$,其中 y 为实际产量、 x_1 为百粒重、 x_2 为行粒数、 x_3 为行数。由通径系数可以发现直接效应为行粒数(0.581) > 百粒重(0.577) > 行数(0.224),行粒数和百粒重对产量都

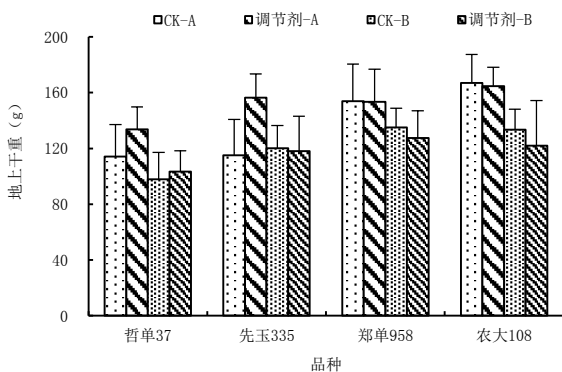


图3 调节剂对玉米地上干物重的调节作用

有较大影响,行数对产量影响最小,并且不显著。调节剂-B对地上部干重没有显著促进作用,但能够显著提高农大108的产量,提高了64.9%。

其原因是农大108生育期较长,在本地晚播种植不能完成生育期,调节剂-B缩短了农大108的生育期,基本完成了整个发育过程,提高了产量。

表3 调节剂对玉米产量性状和生育期的影响

品种	处理	穗长(cm)	穗行数(个)	行粒数(个)	百粒重(g)	产量(kg/hm ²)	抽雄日期 (月·日)	成熟日期 (月·日)
哲单37	CK-A	17.1±1.4a	14.9±0.6ab	30.8±2.2a	29.9±1.5b	6867±577ab	7·22	9·07
	调节剂-A	17.1±2.5a	15.2±1.0a	30.8±1.1a	33.6±1.4a	7492±481a	7·22	9·08
	CK-B	16.8±0.8a	14.2±1.0b	28.8±2.9a	28.4±2.1b	5466±446c	7·26	9·13
	调节剂-B	17.2±0.8a	14.4±0.8ab	30.6±1.3a	31.2±1.2ab	5804±673c	7·25	9·11
先玉335	CK-A	17.8±1.2a	16.1±0.5a	33.2±1.7a	34.1±1.9a	7226±387b	7·28	9·28
	调节剂-A	17.6±1.7a	15.5±0.6a	34.6±1.2a	35.5±1.2a	8253±451a	7·28	9·28
	CK-B	15.8±0.6b	16.0±0.0a	31.1±2.0b	35.1±1.4a	6783±449b	7·30	10·01
	调节剂-B	16.3±1.3ab	15.8±0.3a	31.6±1.1b	34.8±2.1a	6973±720b	7·28	9·27
郑单958	CK-A	16.8±1.8a	16.2±0.3b	36.1±0.8a	34.4±1.8a	7792±394b	7·29	10·01
	调节剂-A	17.9±0.9a	17.3±0.6a	37.3±1.8a	35.3±1.4a	8936±341a	8·02	10·02
	CK-B	16.7±1.4a	16.0±0.9b	33.7±2.7b	33.0±2.0a	7804±279b	8·01	10·01
	调节剂-B	18.6±0.6a	16.5±0.9ab	36.0±1.4a	33.1±1.9a	8287±533ab	7·30	9·27
农大108	CK-A	21.2±2.0a	17.6±1.0b	40.4±3.2a	26.4±2.2b	7788±614b	8·05	10·03
	调节剂-A	21.5±1.5a	18.6±0.7a	39.3±2.8a	32.5±2.9a	8877±876a	8·06	10·03
	CK-B	18.7±0.6b	16.7±1.4b	33.2±2.4b	23.2±0.9b	5174±540c	8·10	未成熟
	调节剂-B	21.2±1.4a	19.2±1.6a	38.5±2.1a	28.7±2.8a	8534±948ab	8·05	10·03

注:同品种每列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)

3 讨论和结论

调节剂-A的主要作用是改善植株的形态特征,叶片分布影响冠层光截获量及光能利用效率,拔节期喷施后显著增加玉米持绿叶片数和叶面积,并减少黄叶数,减缓叶片衰老。邵瑞鑫等研究植物生长复合调节剂拌种处理玉米品种豫单2002和郑单958时,发现这种复合调节剂能有效防止叶片早衰,提高玉米产量^[21-22]。童淑媛等指出叶面积的增加提高了光合物质的形成,提高了玉米干物质的积累,在一定范围内叶面积与产量呈正相关关系^[23-25]。本试验也发现调节剂-A也显著增加了哲单37和先玉335的干物质重,通过增加行粒数和百粒重协调增加玉米产量,其中郑单958,先玉335和农大108均达到显著水平。试验中调节剂-B主要通过抑制玉米第1节到第4节间距,抑制了玉米的株高和穗位高。卫晓轶等分析乙烯利的作用时发现乙烯利显著降低农大108和鲁单981第1到第6节的节长,抑制玉米株高,并且证明不同基因型玉米对乙烯利调控反应敏感性存在差异^[2]。调节剂B主成分是乙烯利和2-N,N-二乙氨基己酸酯,试验的4个品种表现一致,株高

和穗位高均降低,具有更好的稳定性。同时调节剂-B还能够缩短晚熟玉米生育期。表明在雨水和光照条件充足的年份或高密度栽培种植条件下适当使用调节剂-B,是防止倒伏的有效措施,并可防止玉米贪青晚熟从而预防减产。

参考文献:

- [1] 赵敏,周淑新,崔彦宏.我国玉米生产中植物生长调节剂的应用研究[J].玉米科学,2006,14(1):127-131.
- [2] 卫晓轶,张明才,李召虎,等.不同基因型玉米对乙烯利调控反应敏感性的差异[J].作物学报,2011(10):1819-1827.
- [3] Shekoofa A, Yahya E. Plant growth regulator (ethephon) alters maize(*Zea mays* L.) growth, water use and grain yield under water stress[J]. J Agron, 2008(7): 41-48.
- [4] 蔡永旺,张英华,周顺利,等.利用乙烯利塑造夏玉米凹形冠层对产量及其相关性状的影响[J].玉米科学,2010,18(3):90-94.
- [5] Cox W J, Andrade H F. Growth, yield and yield components of maize as influenced by ethephon[J].Crop Sci, 1988(28): 536-542.
- [6] 董学会,段留生,何钟佩,等.30%己乙水剂对玉米根系生理活性的调控效应[J].作物学报,2005(11):116-121.
- [7] 于方明,刘可慧,荣湘民,等.生长调节剂对春玉米氮素积累、转运及子粒蛋白质含量的影响[J].生态环境,2007(4): 1257-1260.

(下转第49页)

续表 3

品种名称	含糖率(%)	矫正含糖率(%)	糖回收率(%)	产糖量(kg/667 m ²)	矫正后产糖量(kg/667 m ²)
HI0479	12.22	9.53	77.99	666.39	519.73
甜单 304	13.28	10.04	75.58	627.26	474.08
阿迈斯	13.59	10.88	80.07	761.78	609.98
SD12826	11.77	9.18	77.99	641.85	500.56
KWS0149	12.04	9.23	76.69	655.75	502.87
KWS7156	12.52	10.06	80.32	697.30	560.08

从表3可以看出,“KWS7156”虽然含糖率相对较低,但糖回收率最高,达80.32%;“甜菜单304”含糖率相对较高,但糖回收率最低,为75.58%。因此,矫正后产糖量直接受有害物质含量的影响,超过550 kg/667 m²的品种仅4个,分别为“阿迈斯”、“普瑞宝”、“KWS3418”、“KWS7156”。

3 结论与讨论

3.1 由于有害物质含量直接影响蔗糖的回收率,所以无论是引进国外甜菜品种,还是国内培育甜菜品种,不仅要注重块根产量和含糖率性状,更应注重有害物质含量选择,以筛选或培育出性状优异的甜菜新品种。

3.2 本试验结果表明:若为增加农民收入,应选

择产量较高的品种,如“阿迈斯”、“KWS7156”、“HI0479”、“SD12826”、“KWS0149”、“普瑞宝”、“KWS3418”等品种;若为增加制糖企业效益,建议选择有害物质含量低、矫正产糖量高的品种,如“阿迈斯”、“普瑞宝”、“KWS3418”、“KWS7156”等品种。

参考文献:

- [1] 田际良,赵居生,周兴武.甜菜工艺有害物质的影响因素及控制途径[J].中国甜菜,1994(1):24-28.
- [2] 田际良.甜菜工艺有害物质的研究[J].世界农业,1995(6):24-25.
- [3] 刘景泉.甜菜品质性状的遗传相关及评价方法[J].中国甜菜,1990(1):55-61.

(责任编辑:王 昱)

(上接第31页)

- [8] 谢桂先,荣湘民,刘 强,等.羧甲基壳聚糖对玉米氮代谢关键酶活性及子粒蛋白质含量的影响[J].湖南农业大学学报,2003,29(4):326-329.
- [9] 梁喜龙,方淑梅,胡百兴,等.S(3307)与DTA-6复配浸种对水稻秧苗抗逆能力的影响[J].江西农业学报,2010(9):16-19.
- [10] 曾富华,罗泽民.赤霉素对杂交水稻生育后期剑叶中活性氧清除剂的影响[J].作物学报,1994,20(3):347-351.
- [11] 赵巧丽,郑国清,段韶芬,等.基于冠层反射光谱的玉米LAI和地上干物重估测研究[J].华北农学报,2008(1):219-222.
- [12] 董树亭,高荣岐,胡昌浩,等.玉米花粒期群体光合性能与高产潜力研究[J].作物学报,1997,23(3):318-325.
- [13] 勾 玲,黄建军,张 宾,等.群体密度对玉米茎秆抗倒力学和农艺性状的影响[J].作物学报,2007(10):1688-1695.
- [14] Flint-Garcia S A, Darrah L L, McMullen M D, et al. Phenotypic versus marker-assisted selection for stalk strength and second-generation European corn borer resistance in maize[J]. Theor Appl Genet, 2003(107): 1331-1336.
- [15] Esehie H A, Rodriguez V, Al-Asmi H S. Comparison of local and exotic maize varieties for stalk lodging components in a desert climate[J]. Eur J Agron, 2004(21): 21-30.
- [16] 康利允,马政华,李红英,等.氮锌配施对玉米干物质积累及产量效应的研究[J].中国土壤与肥料,2011(1):34-38.

- [17] 姚晓旭,于海秋,曹敏建.氮、钾肥运筹对超高产玉米干物质积累和产量的影响[J].华北农学报,2009,24(增刊):176-178.
- [18] 黄智鸿,王思远,包 岩,等.超高产玉米品种干物质积累与分配特点的研究[J].玉米科学,2007,15(3):95-98.
- [19] Tollenaar M, Daynard T B. Effect of source sink rayion on dry matter accumulation and leaf senescence of maize[J]. Can J Plant Sci, 1982(62): 855-860.
- [20] Karlen D L, Lflannery R, Sadler E J. Dry matter nitrogen, phosphorus and potassium accumulation rate by corn on norfolk loamy sand[J]. Agron J, 1987(79): 649-656.
- [21] 邵瑞鑫,李 健,陈建辉,等.复合调节剂拌种对玉米叶片衰老过程中激素含量和膜脂过氧化的影响[J].核农学报,2014(6):1142-1147.
- [22] 杨洪兵,杨世平.ABA和乙烯利对荞麦幼苗耐盐性的效应[J].吉林农业科学,2014,39(1):13-15.
- [23] 童淑媛,宋凤斌,徐洪文.不同品种玉米子粒成熟期间叶片形态衰老的差异[J].华北农学报,2009,24(1):11-15.
- [24] 姜晓莉,杨粉团,梁 尧,等.玉米叶片衰老与栽培技术调控[J].吉林农业科学,2014,39(2):21-24.
- [25] 曹 娜,于海秋,王绍斌,等.高产玉米群体的冠层结构及光合特性分析[J].玉米科学,2006,14(5):94-97.

(责任编辑:范杰英)