

外源赤霉素对大豆矮秆品系 F03 生长发育的影响

王 英¹, 何语涵¹, 许晓敏¹, 朱永红¹, 罗春宁¹, 李 琳², 闫 帆¹, 李景文¹,
王庆钰^{1*}, 吴 萍^{3*}

(1. 吉林大学植物科学学院, 长春 130062; 2. 辽源市农民科技教育中心, 吉林 辽源 136200; 3. 吉林省科学技术奖励办公室, 长春 130041)

摘 要: 本研究以中国扁茎大豆和美国扁茎大豆为亲本, 通过杂交后自交, 创制的矮秆品系 F03 为材料, 利用 40 mg/L 的赤霉素(GA₃)处理不同发育时期的 F03, 研究其对 F03 品系株高、茎粗、主茎节数、主茎节间长度、短果枝数、顶生花序长度的影响。结果表明, 经外源 GA₃ 处理后, F03 品系的株高、节间长度、短果枝数、顶生花序长度显著增加, 而对主茎茎粗、主茎节数无显著影响。

关键词: 赤霉素; 大豆; 农艺性状

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)03-0001-04

Effect of Exogenous GA₃ on Growth and Development of Soybean Dwarf Line F03

WANG Ying¹, HE Yuhuan¹, XU Xiaomin¹, ZHU Yonghong¹, LUO Chunling¹, LI Lin², YAN Fan¹, LI Jingwen¹,
WANG Qingyu^{1*}, WU Ping^{3*}

(1. College of Plant Science, Jilin University, Changchun 130062; 2. Farmers' Science and Technology Education Center of Liaoyuan City, Liaoyuan 136200; 3. Science and Technology Award Office of Jilin Province, Changchun 130041, China)

Abstract: In this study, a new soybean dwarf strain named F03 was improved, which was derived from the cross between fascinated soybean of China and fascinated soybean of American. In order to analyze the contribution of GA₃ on the dwarfing of F03, F03 in different growth stages were treated with 40 mg/L exogenous GA₃. The results indicated that the plant height, internode length of major stem, short pod-branch number and terminal inflorescence length increased significantly after treatment, however, stem diameter and node number of main stem were not significantly influenced by exogenous GA₃ treatment.

Key words: GA₃; Soybean; Agronomic traits

大豆是重要的经济作物和油料作物之一, 是人类食用植物油和优质植物蛋白的重要来源。同时, 其产品还广泛应用于医疗、美容和养殖业等领域。但近年, 我国大豆产业过度依赖进口, 产业形势严峻, 创制特异株型的大豆种质, 可为大豆的品种选育及遗传改良提供优异材料。

矮化是影响产量的重要因素之一, 因其可改

善种植密度、提高抗倒伏性和收获指数而引起广泛重视, 基于水稻矮化, 进而提高产量的“第一次绿色革命”影响至今。而许多植物矮化突变与赤霉素(Gibberellic acid, GA)的代谢有关^[1-4]。GA 应答的植株矮化突变分为 GA 缺陷型和 GA 不敏感型两类, 前者是由于 GA 生物合成途径受阻或抑制, 后者是因为 GA 信号转导途径受影响。矮化植株在外源喷施 GA 后, 可不同程度地恢复株高^[3-8]。同时, 外源喷施 GA, 也会对大豆根系生长^[9], 君子兰开花及可溶性糖和蛋白质含量^[10], 西洋参种子后熟中蛋白质、脂肪酸和糖积累^[11], 芍药花芽发育^[12], 水稻穗层整齐度和产量^[13], 青花菜分化和花球发育^[14]以及棉花的种子萌发等产生影响^[15]。另外, GA 也可诱导植物内源激素的变化^[12-20]。

收稿日期: 2018-12-28

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0101304); 吉林省大豆产业技术体系(20180101)

作者简介: 王 英(1976-), 女, 副教授, 博士, 从事大豆分子育种研究。

通讯作者: 王庆钰, 女, 博士, 教授, E-mail: qywang@jlu.edu.cn
吴 萍, 女, 研究员, E-mail: wuping2842@sina.com

本文以中国扁茎大豆和美国扁茎大豆为亲本,通过杂交后自交,创制了遗传稳定且矮化的F2:7代材料F03,并在不同发育时期对其进行GA₃处理,分析其对供试品系株高、茎粗以及生长速率的影响,以明确F03对GA₃的响应程度。预期结果可为大豆矮化株系的形成机制解析提供参考。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试植物材料为大豆品系F03。该品系源于以中国扁茎大豆为母本,美国扁茎大豆为父本,杂交后自交至F7代材料,遗传稳定。其生物学特征为株高31.20 cm,顶生长花序,圆叶、灰毛,紫花,叶色浓绿,百粒重为23.40 g,生育期为95 d,具体植株形态见图1。GA₃为sigma产品,购自北京奥赛博公司。



图1 亲本及F03的初花期株型

1.2 试验方法

1.2.1 田间试验与GA₃处理

试验于吉林大学植物科学学院实验、实习教学基地进行。盆栽,塑料盆上口直径为20 cm,深度为26 cm。2015年5月1日播种,每盆留2株,共40盆,3次重复,完全随机试验设计,以定期喷施

40 mg/L GA₃为处理,喷施清水为对照,于第一片三出复叶完全展开时开始喷施,每隔1 d喷施一次,以使处理液充分而又均匀分布于整个植株表面为准。营养生长期每处理喷施200 mL,生殖生长期每处理喷施250 mL,喷施时植株间用挡板隔离,适时浇水、除草。

1.2.2 性状测定

从处理1周至植株成熟,每7 d测量一次株高、茎粗。以子叶节到生长点的长度定义为株高;于近地面主茎下部固定位置绕线标记,标记处茎直径为茎粗,用游标卡尺测量。于植株成熟期测量短果枝长度、节间长度、顶生花序长度,调查有效荚数、短果枝数、主茎节数。

1.2.3 数据分析

利用Excel 2003软件分析数据,并利用Duncan新复极差法分析各处理间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 对大豆F03品系株高的影响

大豆F03品系在苗期即表现出非常明显的矮化现象,叶片宽短且颜色深绿。该品系的株高在出苗42 d后,基本无变化,成熟期平均株高仅为31.20 cm(见表1,图2)。外源喷施GA₃后,F03品系的株高一直呈增长趋势,并于处理35 d后基本稳定,平均值为72.30 cm,是F03原株高2.31倍,差异显著。就株高生长而言,外源喷施GA₃后7 d至35 d内,处理组的株高生长量显著高于对照组,并在处理14 d后,株高生长量差异达到最大,即17.60 cm(图3),并且在对照组基本停止生长以后,处理组仍持续生长,说明外源喷施GA₃不仅能够显著增加F03品系的株高,同时也可延长株高的发育时间。鉴于外源GA₃处理促进了F03株高发育,加快了其生长速率,因此推测,F03可以感受并正常传导GA信号。

表1 GA₃与清水处理下大豆F03品系农艺性状的表型分析

	对照	处理	处理与对照平均数差数
	平均数±标准差	平均数±标准差	
株高	31.20±3.80	72.30±18.91	41.10*
主茎茎粗	1.59±0.31	1.78±0.33	0.19
主茎节数	7.20±1.59	7.40±1.19	0.20
主茎节间长度	4.91±1.46	9.90±2.76	4.99*
有效荚数	26.70±14.12	24.80±8.28	-1.90
短果枝数	0.00±0.00	1.60±0.95	1.60*
顶端花序长度	23.48±10.30	6.75±3.93	-16.73*

注:*表示5%显著性差异

2.2 对 F03 品系茎粗的影响

随着大豆的生长, F03 的茎粗不断增加, 出苗 32 d 后, 对照组茎粗平均为 0.52 cm 左右, 成熟期对照组茎粗平均为 1.09 cm 左右。GA₃ 处理后的 F03 突变体与对照组在各生育时期茎粗均无显著

性差异。就茎粗生长速率而言, 总体上表现先增加后降低, 再增加, 再降低的趋势。茎粗最大生长量均发生在处理后 42 d 即出苗后 74 d, 之后茎粗无明显变化。说明 GA₃ 处理对植株茎粗及其生长量影响较小。

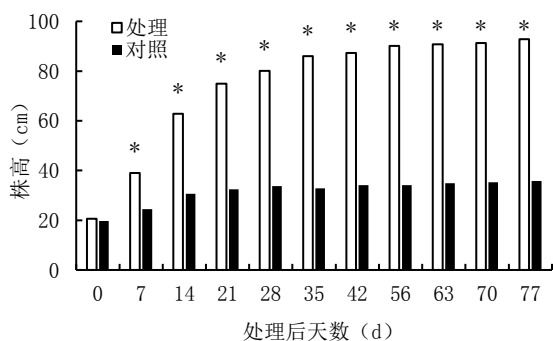


图2 GA₃处理对 F03 品系的株高及茎粗的影响

注: *表示 5% 水平上差异显著

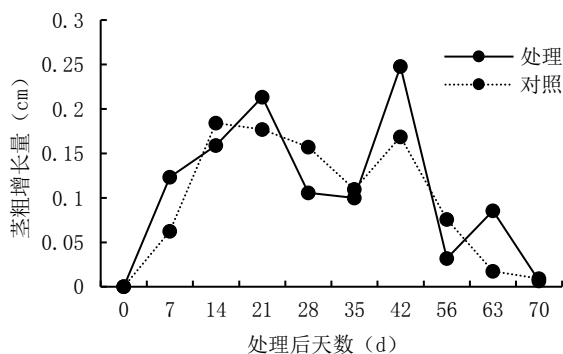
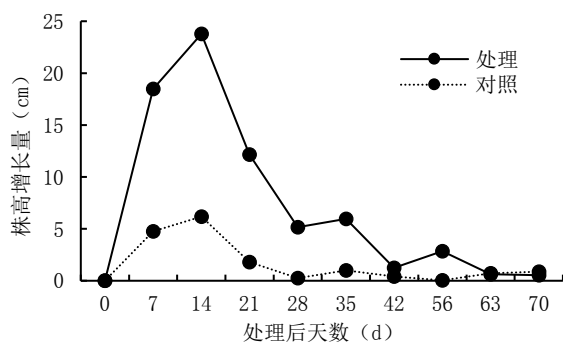
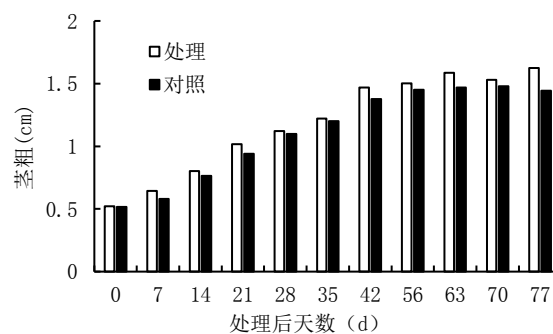


图3 GA₃处理对 F03 品系的株高及茎粗生长量的影响

2.3 对 F03 品系主茎节数的影响

GA₃ 处理 F03 品系后主茎节数平均为 7.4 节, 对照为 7.2 节, 两者无显著性差异, 说明 GA₃ 处理未对 F03 品系的节数产生影响, 说明处理后 F03 品系株高的增加并非由节数的增加所引起。

2.4 对 F03 品系主茎节间长度的影响

于成熟期调查处理与对照各株系主茎不同节位的节间长度, 并分析两者差异。结果表明, GA₃ 处理后 F03 植株的平均节间长度为 7.43 cm, 对照为 4.50 cm, 差异显著。对比各节位的差异发现, 从下部至上部, 节间长度基本符合逐渐增加的趋势, 且自下部第 4 节位开始, 处理的节间长度显著长于对照, 并在最上部节位处差距达到最大值, 为 10.88 cm。说明 GA₃ 处理促进了 F03 品系主茎节间长度的伸长。因此推断, GA₃ 处理后 F03 品系株高的增加主要是由于节间长度的增加引起的。

2.5 对 F03 品系短果枝数的影响

在自然条件下, F03 品系无短果枝生成。外

源喷施 GA₃ 后, F03 品系的短果枝数显著增加, 最多的植株在同一节位上产生 3 个短果枝, 平均为 1.0 个, 短果枝长度平均为 4.91 cm。结果说明, GA₃ 处理促进了植株侧芽生长。

2.6 对 F03 品系顶生花序长度的影响

外源喷施 GA₃ 后, F03 品系的顶生花序显著增长, 由对照条件下的 6.75 cm 增加到 23.48 cm, 达到了极显著差异, 说明 GA₃ 不仅促进了茎的伸长, 对花序轴的伸长也起到促进作用。

3 讨论

F03 品系源于大豆品种中国扁茎与美国扁茎杂交后自交至 7 代成稳定纯合品系。亲本均为特异株型材料。中国扁茎大豆典型特点为茎顶端多荚, 且部分单株茎上部扁化、产量潜力较高^[21], 对光周期反应敏感^[22], 株高在 120 cm 左右。美国扁茎品种茎扁平, 叶、花无序生长^[19-24], 易倒伏, 株高在 100 cm 左右, 两亲本均无矮化特征, 但在杂交后代中,

出现了诸如F03的矮化品系,并且伴随着顶生花序较长,多分枝的特点。因此推断,该矮化类型可能源于两亲本的基因重组后,相关基因间互作的结果,这为研究大豆株高性状的遗传及基因互作提供了优异材料。

赤霉素是一种高效能的广谱性植物生长促进物质,在研究植物不同生育期对外源GA₃反应的敏感性方面,李葳等研究表明,外源GA₃处理可显著促进矮秆突变体植株的伸长,生长速率可达其对照组的3倍^[5]。而本研究结果与之相似,在喷施赤霉素初期,处理组生长速率即显著高于对照组,初花期、成熟期显著晚于对照,说明外源赤霉素处理促进了大豆矮秆突变体F03的生长以及延迟了F03由营养生长向生殖生长的转变。由于GA是开花决定过程中的重要激素,因此推测,F03品系矮秆表型的产生可能是GA合成或调控GA合成的基因起作用的结果。

参考文献:

- [1] 闻静,赵刚,焦丹,等.矮化大豆‘HK808’中3种内源激素与矮化性状形成的关系[J].热带作物学报,2017,38(10):1830-1835.
- [2] 张达,王军虹,王豫颖,等.矮化大豆突变体的GA₃调控[J].大豆科学,2008,27(3):456-460.
- [3] 李欢悦,仇静静,马俊杰,等.花生半矮化突变体sdm1的表型分析与赤霉素响应研究[J].山东农业科学,2017,49(12):1-5.
- [4] 高勇,赵云,刘薇,等.激素对甘蓝型油菜(*Brassica napus* L.)矮化突变体幼苗生长及内源GA₃含量的影响[J].四川大学学报(自然科学版),2007,44(5):1133-1137.
- [5] 李葳,朱保葛,徐民新,等.矮秆和半矮秆大豆突变体植株生长对外源GA₃的响应[J].作物学报,2008,34(7):1240-1246.
- [6] 郭人铭,吴冰,杜洋,等.外源GA₃处理对矮秆大豆突变体光合特性的影响[J].核农学报,2014,28(2):327-334.
- [7] 李欣欣,廖红,赵静.GA₃、ABA和6-BA对大豆根系生长的影响[J].华南农业大学学报,2014,35(3):35-40.
- [8] 王贵元.不同浓度6-BA和GA₃处理对豆梨实生苗生长的影响[J].吉林农业科学,2015,40(4):87-89.
- [9] 李明,王怀栋,于翠玲,等.外源6-BA和GA₃复合处理对日光温室芹菜生长的影响[J].吉林农业科学,2010,35(1):47-48,56.
- [10] 陈东昱,陈众帅,郭太君,等.赤霉素对君子兰开花及可溶性糖和蛋白质含量的影响[J].安徽农业科学,2010,38(14):7220-7222.
- [11] 杨世海,赵英,尹春梅,等.赤霉素对西洋参种子后熟中蛋白质、脂肪酸和糖的影响[J].吉林农业大学学报,1994,16(S1):155-157.
- [12] 吕长平,成明亮,莫宁捷,等.外源GA₃对芍药花芽发育的影响[J].作物研究,2009,23(2):133-135.
- [13] 程建平,赵锋,游爱兵,等.赤霉素喷施量及时期对水稻穗层整齐度和产量的影响[J].华中农业大学学报,2011,30(6):657-662.
- [14] 蒋欣梅,李丹,王凤娇,等.外源赤霉素(GA₃)对青花菜分化和花球发育的影响[J].植物生理学通讯,2008,44(4):639-642.
- [15] Jhorar B S. Effect of gibberellic acid on seedling emergence and early growth of cotton Indian[J]. J Plant Physiol, 1982, 25: 423-426.
- [16] 陈金桂,周燮,张玉宗,等.3种谷子矮秆突变体对GA₃反应差异的内源激素解析[J].南京农业大学学报,1996,19(2):6-11.
- [17] 吴建明,李杨瑞,杨柳,等.赤霉素诱导甘蔗节间伸长与内源激素变化的关系[J].热带作物学报,2009,30(10):1452-1457.
- [18] 常海龙,冯章丽,呼楠,等.外源GA₃处理对水稻幼穗内源激素含量变化动态影响及其与穗部性状的关系[J].河南农业大学学报,2011,34(3):1-6.
- [19] 王廷芹,杨暹.外源赤霉素对青花菜茎尖内源激素含量的影响[J].中国蔬菜,2008(7):22-25.
- [20] 吴俊,钟家煌,徐凯,等.外源GA₃对藤稔葡萄果实生长发育及内源激素水平的影响[J].果树学报,2001,18(4):209-212.
- [21] 田佩占,袁全,孙永纯,等.改变普通大豆生物学特性提高大豆产量的研究Ⅱ.中国扁茎大豆的生物学特性[J].大豆科学,1998,17(2):95-99.
- [22] 吴存祥,刘金,李兴宗,等.扁茎大豆的花序形态受光周期调控[J].中国油料作物学报,2004,26(1):36-40.
- [23] Onda R, Watanabe S, Sayama T, et al. Genetic and molecular analysis of fasciation mutation in Japanese soybeans[J]. Breeding Science, 2011, 61: 26-34.
- [24] Tang Y, Korupskah S. Expression of fasciation mutation in apical meristems of soybean, *Glycine max*[J]. American Journal of Botany, 1997, 84(3): 328-335.