

# 不同激素对黑枸杞扦插生根的影响

张立磊, 王少平\*, 廉雪菲, 姚正阳, 宋利利

(河南科技学院园艺园林学院, 河南 新乡 453003)

**摘要:**为了研究不同激素对黑枸杞(*Lycium ruthenicum* Murr.)枝条扦插成活的影响,采用浓度分别为0(CK)、100、150、200、250 mg/L的吲哚丁酸(IBA)和萘乙酸(NAA)对黑枸杞一年生枝条扦插处理,粗枝(0.2~0.4 cm)浸泡时间为24 h,细枝(0.1~0.2 cm)浸泡时间分别为12 h、24 h、36 h,考察其对成活苗根重、根长、根量的影响。结果表明:在生产过程中,黑枸杞扦插时可考虑粗枝条使用150 mg/L IBA和NAA溶液浸泡24 h,细枝条使用100 mg/L IBA溶液浸泡24 h和100 mg/L NAA溶液浸泡36 h,该试验对黑枸杞扦插繁殖和成苗具有指导意义。

**关键词:**黑枸杞;扦插;吲哚丁酸(IBA);萘乙酸(NAA)

中图分类号:S567.1.9

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2022)05-0083-05

## Effects of Different Hormones on Cuttage Propagation of *Lycium ruthenicum* Murr.

ZHANG Lilei, WANG Shaoping\*, LIAN Xuefei, YAO Zhengyang, SONG Lili

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China)

**Abstract:** In order to study on the effects of different growth regulators on cuttage survival of *Lycium ruthenicum* branches. The annual branches were cut with indolebutyric acid (IBA) and naphthylacetic acid (NAA) concentrations of 0 (CK), 100, 150, 200, 250 mg/L, respectively, and the branches with different thickness were treated respectively. The soaking time of the thick branches (0.2–0.4 cm) was 24 h, and the soaking time of the twigs (0.1–0.2 cm) was 12 h, 24 h, 36 h, respectively. The results showed that during the production process, the thick branches could be soaked with 24 h 150 mg/L IBA and NAA growth regulator solution, while the twigs could be soaked with 24 h 100 mg/L IBA and 36 h 100 mg/L NAA growth regulator solution, which had guiding significance for the cuttage propagation and seedling formation of *Lycium ruthenicum* Murr.

**Key words:** *Lycium ruthenicum* Murr.; Cottage; Indolebutyric acid (IBA); Naphthylacetic acid (NAA)

黑枸杞(*Lycium ruthenicum* Murr.)为茄科枸杞属植物,也称黑果枸杞,多棘刺灌木<sup>[1]</sup>。植株最高可达150 cm,多分枝,枝条坚硬,有不规则的纵条纹,节间短,单叶互生。花着生于短枝上,花梗细,花冠呈漏斗状,紫色。浆果紫黑色,球状,种子肾形,褐色,开花结果时期在5~10月<sup>[2]</sup>。黑枸杞抗逆性强,萌生能力强,耐寒、耐高温、耐高湿、耐盐碱以及耐干旱<sup>[3]</sup>。喜光照,全日照下生长健壮,在庇荫下生长弱小,结果极少。黑枸杞营养

丰富,味甘,含蛋白质、氨基酸、维生素等,还可以作为药用材料。黑枸杞原产于青海西州柴达木盆地周边<sup>[4]</sup>,主要分布于我国西北部的宁夏、甘肃、新疆和青海等省区<sup>[5]</sup>。我国对枸杞的研究始于19世纪初期,对枸杞的栽培、育种、果实的成分、器官的解剖结构、药理及产品的开发等方面做了大量研究<sup>[6]</sup>,也取得了极为显著的成果。而对野生黑枸杞的研究始于20世纪末,重点通过良种繁育技术体系建设,栽培技术推广示范,系列产品开发等相关课题的研究,解决了多项黑枸杞产业发展中存在的重大问题和核心技术<sup>[7]</sup>。

近年来,得知黑枸杞优良保健效果的人们越来越多,市场销售价格急剧攀升<sup>[8]</sup>。黑枸杞与红枸杞相比,其产品开发和种植还处于初级阶段,对黑枸杞研发力度还远远不够,黑枸杞不同产地

收稿日期:2020-02-23

基金项目:国家自然科学基金(41901237);河南省科技攻关项目(192102310485)

作者简介:张立磊(1978-),女,副教授,硕士,研究方向为植物资源研究及设计。

通讯作者:王少平,女,硕士,教授,E-mail: 905843207@qq.com

的个体单株性状间存在较大差异,种子育苗容易造成性状分离。扦插能够保持树种和品种的遗传特性<sup>[9]</sup>,插穗具有取材便捷、成苗迅速、培育成本较低等特点<sup>[10]</sup>,是一种高效的繁育方式。研究表明,在黑枸杞扦插育苗中,不同的激素及其浓度对插穗的成活率、生根率、新生根生长量均有影响<sup>[11-13]</sup>。

本试验通过采取不同激素处理黑枸杞硬枝扦插生根的方式,来筛选适宜黑枸杞扦插的激素及其处理浓度,为生产提供理论依据<sup>[14]</sup>。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

以河南省封丘县黄德镇贾庄村的生长健壮、无病虫害的黑枸杞枝条为研究对象,采回后的枝条剪成长8~10 cm,上端平剪,下端斜剪,主枝为粗枝(0.2~0.4 cm),分枝为细枝(0.1~0.2 cm),通过修剪分别进行筛选,采用不同浓度的吲哚丁酸(IBA)、萘乙酸(NAA)浸泡处理。2018年12月7日开始到2019年5月20日结束。扦插基质为珍珠岩和蛭石(1:1)。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 试验设计

采用二因素三水平完全随机区组设计进行扦插试验,各试验因素及水平为吲哚丁酸(IBA)和萘乙酸(NAA)浓度分别为0(CK)、100、150、200、250 mg/L。枝条分为粗枝和细枝,粗枝浸泡时间24 h,细枝浸泡时间分别为12、24、36 h。每组处理扦插30根,重复3次,每次重复10根。

#### 1.2.2 扦插

将浸泡处理的插穗用1%高锰酸钾消毒30 min,用木棍在基质上打孔,采用直插法,扦插深度为1/3~1/2,用手指压实插穗周围基质,扦插完毕后浇透水,以后每10天左右浇一次水。相对湿度保持在70%以上,温度保持在10~15℃。

#### 1.2.3 测定项目与方法

2019年5月20日进行调查,测定枝条生根后的各项指标,根重使用电子天平进行测定;根长采用摆根法,摆好后再使用卷尺进行测定;根量(个)直接清点可知。采用Excel 2010和DPS软件进行数据处理与统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度 IBA 对黑枸杞粗枝条的影响

#### 2.1.1 不同浓度 IBA 对黑枸杞粗枝条根重的影响

由表1可知,150 mg/L IBA 处理对黑枸杞粗枝

表1 不同浓度 IBA 对黑枸杞粗枝条的影响

处理	浓度(mg/L)	根重(g)	根长(cm)	根量(个)
IBA	CK	0.14bB	85.67bAB	23.00bcB
	100	0.24bAB	125.00bAB	50.33abAB
	150	0.61aA	284.90aA	92.67aA
	200	0.17bB	76.67bB	32.33bcB
	250	0.00bB	0.00bB	0.00cB

注:表中同列不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ ),不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),下同

条的根重促进作用最好(0.61 g),250 mg/L 处理促进作用最差(0.00 g)。150 mg/L 与200 mg/L、250 mg/L、CK 处理之间差异极显著,与100 mg/L 处理之间差异显著,100、200、250 mg/L、CK 处理之间差异不显著。

#### 2.1.2 不同浓度 IBA 对黑枸杞粗枝条根长的影响

由表1可知,150 mg/L IBA 处理对黑枸杞粗枝条的根长促进作用最好(284.90 cm),250 mg/L 处理促进作用最差(0.00 cm)。150 mg/L 与200 mg/L、250 mg/L 处理之间差异极显著,与其他处理之间差异显著,100 mg/L、200 mg/L、250 mg/L、CK 处理之间差异不显著。

#### 2.1.3 不同浓度 IBA 对黑枸杞粗枝条根量的影响

由表1可知,150 mg/L IBA 处理对黑枸杞粗枝条的根量促进作用最好(92.67 个),250 mg/L 处理促进作用最差(0.00 个)。150 mg/L 与200 mg/L、250 mg/L、CK 处理之间差异极显著,与200 mg/L、250 mg/L、CK 处理之间差异显著,100 mg/L 与250 mg/L 处理之间差异显著,200 mg/L、250 mg/L、CK 处理之间差异不显著。

### 2.2 不同浓度 NAA 对黑枸杞粗枝条的影响

#### 2.2.1 不同浓度 NAA 对黑枸杞粗枝条根重的影响

由表2可知,150 mg/L NAA 处理对黑枸杞粗枝条根重促进作用最好(0.39 g),250 mg/L 处理促进作用最差(0.00 g)。150 mg/L 与200 mg/L、250 mg/L 处理之间差异显著,100、200、250 mg/L、CK 处理之间差异不显著。

表2 不同浓度 NAA 对黑枸杞粗枝条的影响

处理	浓度(mg/L)	根重(g)	根长(cm)	根量(个)
NAA	CK	0.14abA	85.67abA	23.00bAB
	100	0.09abA	58.93abA	22.00bAB
	150	0.39aA	182.17aA	74.33aA
	200	0.02bA	8.00abA	5.33bB
	250	0.00bA	0.00bA	0.00bB

### 2.2.2 不同浓度NAA对黑枸杞粗枝条根长的影响

由表2可知,150 mg/L NAA处理根长促进作用最好(182.17 cm),250 mg/L处理促进作用最差(0.00 cm)。150 mg/L与250 mg/L处理之间差异显著,100 mg/L、200 mg/L、250 mg/L、CK处理之间差异不显著。

### 2.2.3 不同浓度NAA对黑枸杞粗枝条根量的影响

由表2可知,150 mg/L NAA处理对黑枸杞粗枝条根量促进作用最好(74.33个),250 mg/L处理促进作用最差(0.00个)。150 mg/L与200 mg/L、250 mg/L处理之间差异极显著,与其他处理之间差异显著,100、200、250 mg/L、CK处理之间差异不显著。

## 2.3 不同时间、浓度IBA对黑枸杞细枝条的影响

### 2.3.1 不同时间、浓度IBA对黑枸杞细枝条根重的影响

由表3可知,24 h 100 mg/L IBA处理对黑枸杞细枝条根重促进作用最好(0.34 g),12 h 100 mg/L、CK,24 h 150 mg/L,36 h 100、150、200、250 mg/L、CK处理促进作用最差(0.00 g)。24 h 100 mg/L与其他处理之间差异极显著,12 h 150 mg/L与100 mg/L、CK,24 h 100 mg/L、150 mg/L,36 h 100、150、200、250 mg/L、CK处理之间差异极显著,24 h 100 mg/L与其他处理之间差异显著,12 h 150 mg/L、24 h 200 mg/L与12 h 100 mg/L、CK,24 h 150 mg/L,36 h 100 mg/L、150 mg/L、200 mg/L、250 mg/L、CK处理之间差异显著,除24 h 100 mg/L、24 h 200 mg/L和12 h 150 mg/L外,其他处理之间差异不显著。

表3 不同时间、浓度IBA对黑枸杞细枝条的影响

处理	浓度(mg/L)	根重(g)	根长(cm)	根量(个)
	CK	0.00cC	0.00dD	0.00cD
	100	0.00cC	0.00dD	0.00cD
12 h	150	0.10bB	61.67bcBC	45.67bBC
	200	0.06bcBC	23.57cdBCD	13.33cCD
	250	0.02bcBC	26.17cdBCD	12.00cCD
	CK	0.02bcBC	20.50cdBCD	6.00cD
	100	0.34aA	175.67aA	105.33aA
24 h	150	0.00cC	0.00dD	0.00cD
	200	0.09bBC	77.33bB	56.00bB
	250	0.03bcBC	10.83dCD	3.33cD
	CK	0.00cC	0.00dD	0.00cD
	100	0.00cC	0.00dD	0.00cD
36 h	150	0.00cC	0.00dD	0.00cD
	200	0.00cC	0.00dD	0.00cD
	250	0.00cC	0.00dD	0.00cD

### 2.3.2 不同时间、浓度IBA对黑枸杞细枝条根长的影响

由表3可知,24 h 100 mg/L IBA处理对黑枸杞细枝条的根长促进作用最好(175.67 cm),12 h 100 mg/L、CK,24 h 150 mg/L,36 h 100、150、200、250 mg/L和CK促进作用最差(0.00 cm)。24 h 100 mg/L与其他处理之间差异极显著,24 h 200 mg/L与12 h 100 mg/L、CK,24 h 150、250 mg/L,36 h 100、150、200、250 mg/L、CK处理之间差异极显著,12 h 150 mg/L与12 h 100 mg/L、CK,24 h 150 mg/L,36 h 100、150、200、250 mg/L、CK处理之间差异极显著。24 h 100 mg/L与其他处理之间差异显著,24 h 200 mg/L与12 h 150 mg/L处理之间差异不显著,但与其他处理之间差异显著,12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 150、250 mg/L、CK,36 h 100、150、200、250 mg/L、CK处理之间差异不显著。

### 2.3.3 不同时间、浓度IBA对黑枸杞细枝条根量的影响

由表3可知,24 h 100 mg/L IBA处理对黑枸杞细枝条的根量促进作用最好(105.33个),12 h 100 mg/L、CK,24 h 150 mg/L,36 h 100、150、200、250 mg/L和CK促进作用最差(0.00个)。24 h 100 mg/L与其他处理之间差异极显著,24 h 200 mg/L与12 h 150 mg/L处理之间不存在极显著差异,但与其他处理之间差异极显著,12 h 150 mg/L与12 h 100 mg/L、CK处理之间差异极显著,24 h 100 mg/L与其他处理之间差异显著,24 h 200 mg/L与12 h 150 mg/L处理之间差异不显著,但二者与其他处理之间差异显著,12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 150、250 mg/L、CK,36 h 100、150、200、250 mg/L和CK处理之间差异不显著。

## 2.4 不同时间、浓度NAA对黑枸杞细枝条的影响

### 2.4.1 不同时间、浓度NAA对黑枸杞细枝条根重的影响

由表4可知,36 h 100 mg/L NAA处理对黑枸杞细枝条的根重促进作用最好(0.26 g),12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 200、250 mg/L,36 h 150、200、250 mg/L、CK促进作用最差(0.00 g)。36 h 100 mg/L与12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 150、200、250 mg/L、CK,36 h 150、200、250 mg/L、CK处理之间差异极显著,36 h 100 mg/L与12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 150、200、250 mg/L、CK,36 h 150、200、250 mg/L、CK处理之间差异显著,其他处理之间差异不显著。

表4 不同时间、浓度NAA对黑枸杞细枝条的影响

处理	浓度(mg/L)	根重(g)	根长(cm)	根量(个)
12 h	CK	0.00bB	0.00bB	0.00bB
	100	0.00bB	0.00bB	0.00bB
	150	0.12abAB	68.00abAB	11.67abAB
	200	0.00bB	0.00bB	0.00bB
	250	0.00bB	0.00bB	0.00bB
24 h	CK	0.02bB	20.50bAB	6.00bB
	100	0.07abAB	54.00abAB	16.33abAB
	150	0.02bB	26.17bAB	4.67bB
	200	0.00bB	0.00bB	0.00bB
	250	0.00bB	0.00bB	0.00bB
36 h	CK	0.00bB	0.00bB	0.00bB
	100	0.26aA	186.80aA	33.00aA
	150	0.00bB	0.00bB	0.00bB
	200	0.00bB	0.00bB	0.00bB
	250	0.00bB	0.00bB	0.00bB

#### 2.4.2 不同时间、浓度NAA对黑枸杞细枝条根长的影响

由表4可知,36 h 100 mg/L处理对黑枸杞细枝条的根长促进作用最好(186.80 cm),12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 200、250 mg/L,36 h 150、200、250 mg/L、CK促进作用最差(0.00 cm)。36 h 100 mg/L与12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 200、250 mg/L,36 h 150、200、250 mg/L、CK处理之间差异极显著。36 h 100 mg/L与12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 150、200、250 mg/L、CK处理之间存在显著差异,其他处理之间差异不显著。

#### 2.4.3 不同时间、浓度NAA对黑枸杞细枝条根量的影响

由表4可知,36 h 100 mg/L处理对黑枸杞细枝条的根量促进作用最好(33.00个),12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 200、250 mg/L,36 h 150、200、250 mg/L、CK促进作用最差(0.00个)。36 h 100 mg/L与12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 150、200、250 mg/L、CK,36 h 150、200、250 mg/L、CK处理之间差异极显著。36 h 100 mg/L与12 h 100、200、250 mg/L、CK,24 h 150、200、250 mg/L、CK,36 h 150、200、250 mg/L、CK处理之间差异显著,其他处理之间差异不显著。

### 3 小结与讨论

#### 3.1 小结

(1)不同激素处理对黑枸杞粗枝条处理的根

重、根长和根量存在显著差异,用150 mg/L IBA处理24 h黑枸杞粗枝条成活苗的根重、根长、根量与其他相比差异显著。150 mg/L NAA处理24 h黑枸杞粗枝条成活苗的根重、根长、根量与其他相比差异显著。

(2)不同激素处理对黑枸杞细枝条的根重、根长和根量存在显著差异,用100 mg/L NAA处理24 h黑枸杞细枝条成活苗的根重、根长、根量与其他相比差异显著。100 mg/L NAA处理36 h黑枸杞细枝条成活苗的根重、根长、根量与其他相比差异显著。

综上所述,在生产过程中,黑枸杞扦插时可考虑粗枝条使用150 mg/L IBA和NAA溶液浸泡24 h,黑枸杞细枝条使用100 mg/L IBA浸泡24 h和100 mg/L NAA溶液浸泡36 h,以提高其成活率,加快扦插繁殖进程,充分发挥黑枸杞在水土保持和经济发展方面的作用。

#### 3.2 讨论

黑枸杞的扦插生根,除了与其本身的遗传特性有关外,还与植物生长调节剂的浓度和种类等因素有关<sup>[5]</sup>。本次试验综合考虑了激素的种类、浓度和处理时间这3个因素对黑枸杞粗、细枝条扦插生根的影响情况,结果显示,黑枸杞粗枝条浸泡24 h 150 mg/L IBA和NAA生根情况最好,黑枸杞细枝条浸泡24 h 100 mg/L IBA和36 h 100 mg/L NAA生根情况最好,说明浸泡时间过短和激素浓度过高都不利于黑枸杞插条的生长。

黑枸杞生根的综合评价指标应由多个指标因子构成,影响黑枸杞扦插生根的因子有很多,如不同品系、扦插基质、扦插时间、插穗部位与年龄及扦插后的管理等<sup>[5]</sup>。细枝条营养不足,粗枝条营养相对充足,细枝条比粗枝条需要更长的时间浸泡;细插穗直径为0.1~0.2 cm,在扦插过程中易折断,所以扦插时先用木棍在基质上打孔,再插入枝条;影响黑枸杞扦插成活的另一重要因子是环境温度<sup>[16]</sup>,本试验黑枸杞扦插在自然状态下,白天温度高,晚上温度比较低,不如温室和电热温床的温度适宜,但比露地的温度高;在黑枸杞插条生长发育后期有的发枝而没有生根,有的生根没有发枝,最终导致枝条萎蔫,主要由于蛭石珍珠岩没有营养,应及时补充养分。

本次试验仅研究了黑枸杞枝条扦插生根的各项指标,而对其发枝情况尚未进行深入研究,今后用温室和电热温床对黑枸杞发枝量作更深入的探讨<sup>[17-19]</sup>。

## 参考文献:

- [ 1 ] 丁丽萍,马力,占玉芳,等.基于主成分分析的不同激素处理下宁夏枸杞扦插生根效果的综合评价[J].经济林研究,2017,35(2):110-115.
- [ 2 ] 刘王锁,张波,石建宁,等.不同生长调节剂对小叶黄果枸杞硬枝扦插成苗的影响[J].贵州农业科学,2014,42(5):82-85.
- [ 3 ] 万庆安.黑果枸杞嫩枝扦插育苗技术试验初探[J].现代农村科技,2018(7):68-69.
- [ 4 ] 张生兰.不同生长调节剂对黑果枸杞嫩枝扦插效果的影响[J].防护林科技,2018(12):23-24,79.
- [ 5 ] 丁丽萍,田晓萍,陈斌.不同处理对枸杞扦插生根质量的影响研究[J].林业科技通讯,2017(2):57-59.
- [ 6 ] 许志诚.黑果枸杞特色产品开发现状与前景展望[J].农业与技术,2017,37(12):244.
- [ 7 ] 王占林,徐生旺,樊光辉,等.青海省枸杞产业技术进展[J].青海科技,2017,24(1):39-44.
- [ 8 ] 赵晶忠,王立,孔东升,等.黑果枸杞温室穴盘育苗定植及嫩枝扦插技术研究[J].甘肃农业大学学报,2017,52(2):86-91.
- [ 9 ] 王存桂,陈芝兰.ABT生根粉对枸杞嫩枝扦插生根的影响[J].青海农林科技,2017(1):76-77.
- [ 10 ] 王晶,李毅,樊辉,等.不同浓度生根粉对黑果枸杞扦插苗生长的影响[J].草原与草坪,2017,37(5):75-79.
- [ 11 ] 杨宏伟,郭永盛,刘博,等.黑果枸杞硬枝扦插繁育技术研究[J].内蒙古林业科技,2016,42(4):33-35.
- [ 12 ] 刘克彪,李爱德,李发明,等.四种生长调节剂对黑果枸杞嫩枝扦插成苗的影响[J].经济林研究,2014,32(3):99-103.
- [ 13 ] 谢婷,马瑞,沙小燕,等.基质、处理剂及其浓度对黑果枸杞硬枝扦插育苗的影响[J].水土保持通报,2018,38(2):318-322.
- [ 14 ] 甄伟玲,占玉芳,鲁艳芳,等.不同生长调节剂对枸杞硬枝扦插效果的影响[J].甘肃林业科技,2015,40(4):28-31.
- [ 15 ] 孙军.野生黑果枸杞硬枝扦插育苗影响因素试验[J].中国果菜,2018,38(6):18-20.
- [ 16 ] 宋学云,俞建中,孔祥,等.影响枸杞嫩枝扦插育苗成活及成苗的关键技术研究[J].宁夏农林科技,2017,58(2):28-30.
- [ 17 ] 郑新华.黑果枸杞全光雾嫩枝扦插育苗技术研究[J].防护林科技,2017(S1):32-33.
- [ 18 ] 王英,何语涵,许晓敏,等.外源赤霉素对大豆矮秆品系F03生长发育的影响[J].东北农业科学,2019,44(3):1-4.
- [ 19 ] 李莉,韩瑜霞,苏文娟,等.不同预处理方法对连翘种子萌发的影响[J].东北农业科学,2019,44(3):33-36.

(责任编辑:刘洪霞)

(上接第24页)降低产量。在作物生育期缩短(早熟)的前提下,提高或维持较高作物产量最可能的技术途径是增加种植的密度<sup>[4]</sup>。本研究在干旱盐碱地区的通榆县瞻榆镇应用垄上双行栽培模式种植矮秆早熟绿豆品种吉绿14,垄宽63 cm,垄上双行行距18 cm,不仅增加了种植密度,而且优化了群体结构,能够充分利用光能、土地等资源,吉绿14较常规栽培模式增产11.6%。

## 参考文献:

- [ 1 ] 徐宁,曲祥春,王明海,等.绿豆主要株型性状的遗传[J].中国农业大学学报,2019,24(4):24-35.
- [ 2 ] 邓昆鹏,郭中校,王明海,等.施肥量及密度对直立型绿豆品种产量效应的影响[J].东北农业科学,2020,45(6):32-36.
- [ 3 ] 徐宁,王明海,包淑英,等.直立型绿豆种质资源搜集、评价与种质创新[J].东北农业科学,2016,41(6):50-55.
- [ 4 ] 徐宁,王明海,包淑英,等.吉林省近年来绿豆品种遗传改良过程中主要农艺性状的变化[J].作物杂志,2013(4):43-47.
- [ 5 ] 王明海,徐宁,包淑英,等.直立型绿豆品种吉绿10号的选育及配套栽培技术[J].现代农业科技,2016(8):55,60.
- [ 6 ] 程须珍,王素华,王丽侠.绿豆种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006:56-58.
- [ 7 ] 唐启义.DPS数据处理系统:实验设计、统计分析及数据挖掘(第2版)[M].北京:科学出版社,2010:747-752.
- [ 8 ] Donald C M. The breeding of crop ideotypes[J]. Euphytica, 1968, 17(3): 385-403.
- [ 9 ] 徐宁,曲祥春,王明海,等.绿豆分枝角度遗传研究[J].东北农业科学,2018,43(5):1-5.
- [ 10 ] 陈剑,葛维德.高密度种植对不同绿豆株型品种农艺性状及产量的影响[J].作物杂志,2013(6):104-109.
- [ 11 ] 陈剑,谢甫缙,陈振武,等.施肥对不同株型绿豆品种生长发育及产量的影响[J].华北农学报,2008,23(S2):298-301.
- [ 12 ] 陈剑,杨振中,谢甫缙,等.施磷酸二铵对不同株型绿豆品种叶片生理生化特性的影响[J].作物杂志,2012(5):76-81.
- [ 13 ] 刘长友,范保杰,曹志敏,等.利用混合线性模型分析绿豆主要农艺性状的遗传及相关性[J].作物学报,2012,38(4):624-631.
- [ 14 ] 邹应斌,黄敏.转型期作物生产发展的机遇与挑战[J].作物学报,2018,44(6):791-795.

(责任编辑:刘洪霞)