

等离子体处理对亚麻籽中生氰糖苷含量的影响

许光映, 王 振, 刘 超, 李 群, 高忠东

(山西农业大学山西功能食品研究院/特色农产品加工山西省重点实验室, 太原 030031)

摘要: 亚麻籽中的生氰糖苷毒性较大, 它的存在限制了亚麻籽的综合利用。为了探索在种植生产中降低亚麻生氰糖苷的方法, 采用等离子体技术处理亚麻种子, 研究了剂量强度、种子流量和处理次数对亚麻籽中生氰糖苷含量的影响。正交试验结果表明, 影响亚麻籽中生氰糖苷含量的因素顺序是: 剂量强度>处理次数>种子流量; 等离子体处理种子技术的试验最佳组合是: 剂量强度为 2.4 A, 处理次数为 4 次, 种子流量为 0.8 kg/min。多品种试验结果表明: 等离子体技术处理不同的亚麻品种, 收获后的亚麻籽生氰糖苷含量均有不同程度的降低, 降幅在 18.14%~31.33%。研究表明等离子体技术处理亚麻种子能有效降低生氰糖苷含量, 可以在生产实践中推广应用。

关键词: 等离子体种子处理技术; 亚麻; 生氰糖苷

中图分类号: S351.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)02-0038-04

Effect of Plasma Treatment on Cyanogenic Glycoside Content of Flaxseed

XU Guangying, WANG Zhen, LIU Chao, LI Qun, GAO Zhongdong

(Shanxi Institute for Functional Food, Shanxi Agricultural University/Shanxi Key Laboratory of Characteristic Agro-Products Processing Taiyuan 030031, China)

Abstract: The cyanogenic glycoside in flaxseed has certain toxicity and its existence limits the comprehensive utilization of flaxseed. In this study, plasma technology was used to treat flaxseeds, and the effect of treatment dose intensity, seed flow rate per unit time and treatment times on the cyanogenic glycoside of flax were studied. The result of orthogonal test showed that the order of factors influencing the content of cyanogenic glycoside in flaxseed was dose intensity>treatment times>seed flow. The optimal combination of plasma seed treatment was: the dose intensity is 2.4 A, the treatment times are 4, and the seed flow rate is 0.8 kg/min. The results showed that the content of cyanogenic glycoside in different flax varieties treated by plasma technology decreased in varying degrees, with a decrease range of 18.14%~31.33%. The research shows that the plasma technology can effectively reduce the content of cyanogenic glycosides in flaxseed and can be applied in production practice.

Key words: Plasma technology; Flaxseed; Cyanogenic glycoside

亚麻属亚麻科(Linaceae)亚麻属(Linum), 俗称胡麻, 是我国的特色油料作物之一^[1-2]。亚麻籽富含 α -亚麻酸、亚麻胶、亚麻蛋白、木酚素、膳食纤维等多种营养和活性成分^[3-6], 同时也含有对机体有毒的生氰糖苷, 影响了亚麻的综合利用, 国内外学者对降低亚麻籽中生氰糖苷含量进行了大量研究, 主要方法有: 水煮法、溶剂法、压热处理法、微波处理法和挤压脱毒法^[7-10]等。这些方法均属于产后加工技术, 存在着处理量大、能耗高、效

率低等缺陷, 如果在原料生产阶段能降低亚麻籽中的生氰糖苷含量, 将起到事半功倍的效果。

等离子体种子处理技术是在农作物播种前 5~12 天, 用等离子体种子处理机对种子进行处理, 是农作物增产的高新技术^[11]。目前的研究主要集中在不同农作物的田间种植增产试验及生物学性状影响, 方向前等^[12-13]研究了等离子体不同次数处理花生种子对生物学性状、产量及产值的影响, 以及等离子体处理茄子种子对产量及产值的效果分析, 石玉海等^[14]研究了等离子体不同剂量处理大豆种子对生物学性状、产量及产值的影响, 陈稳良等^[15]研究了等离子体种子处理技术对苦荞的增产影响, 季浩博^[16]研究了等离子体种子处理技术对玉米的增产影响, 冯金胜^[17]研究了等

收稿日期: 2020-08-17

基金项目: 山西省现代农业产业技术体系建设专项资金(2023CYJSTX10-01)

作者简介: 许光映(1967-), 男, 副研究员, 硕士, 从事亚麻育种及精深加工研究。

离子体种子处理技术在小麦上的应用效果,张丽华等^[18]研究了等离子体种子处理对水稻生物学性状及产量的影响,张海军等^[19]总结了吉林推广等离子体技术的进展,程升等^[20]研究了等离子体种子处理技术对胡麻的增产效果。还有学者进行了等离子体处理种子对农作物的发芽、出苗、根系发育、分蘖、抗旱、抗病虫害等方面的影响研究^[21-23]。等离子体处理种子后对亚麻籽生氰糖苷含量的影响未见文献报道。本文采用等离子体技术处理亚麻种子,研究了不同等离子体处理条件对收获后的亚麻籽粒中生氰糖苷含量的影响。

1 材料与方 法

1.1 材 料

1.1.1 试验材料

试验亚麻品种由中国农业科学院麻类研究所和山西省农业科学院高寒区作物研究所提供。

1.1.2 试验仪器与试剂

5DL-2型等离子体种子处理机(大连博事等离子体有限公司)、电子进料器(温州万达电子有限公司)、721G分光光度计(上海精科仪电有限公司)、恒温水浴装置(天津比朗实验仪器制造有限公司)、HZS-HA水浴振荡器(哈尔滨市东明医疗仪器厂)、TD2102电子天平(余姚市金诺天平仪器有限公司)。试验用玻璃器皿:250 mL锥形瓶,10 mL具塞比色管等。试验用试剂:甲基橙指示剂、酚酞指示剂、酒石酸、氢氧化钠、磷酸二氢钾、磷酸氢二钠、乙酸、异烟酸、吡唑啉酮、氯胺T、无水乙醇、乙酸锌等,试剂均为分析纯。

1.2 方 法

1.2.1 方案设计

等离子体处理种子技术主要有三个影响因素,分别是处理剂量强度、种子流量和处理次数^[21]。参考现有技术资料,设计了三个单因素试验方案:(1)不同剂量强度对亚麻籽生氰糖苷含量的影响;(2)不同种子流量对亚麻籽生氰糖苷含量的影响;(3)不同处理次数对亚麻籽生氰糖苷含量的影响。单因素试验2017年开展,在此基础上,选择单因素试验效果较好的试验水平于2018年开展了正交试验,2019年采用正交试验选出的技术条件组合,开展了多品种比较试验。

试验地点设在山西省静乐县后润子村(海拔1 465 m,北纬38°15'51.04"),每个小区36 m²,重复3次,随机区组设计。试验品种为本地大面积种植的晋亚9号,播种前7天进行等离子体处理,种

植及田间管理措施同大田。考察收获后各小区亚麻籽生氰糖苷含量及产量。

1.2.2 不同剂量强度对亚麻籽生氰糖苷含量的影响

种子流量为1.2 kg/min,重复2次,剂量强度水平设9个试验水平和1个对照:0(对照)、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0、2.2、2.4、2.6 A。

1.2.3 不同种子流量对亚麻籽生氰糖苷含量的影响

剂量强度为2.0 A,重复2次,种子流量水平设9个试验水平和1个对照:0(对照)、0.8、0.9、1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6 kg/min。

1.2.4 不同处理次数对亚麻籽生氰糖苷含量的影响

剂量强度为2.0 A,种子流量为1.2 kg/min,处理次数水平设5个试验水平和1个对照:0(对照)、1、2、3、4、5次。

1.2.5 正交试验

正交试验采用三因素三水平正交表,三因素为剂量强度、种子流量和处理次数,每个因素的第二水平为单因素试验的最佳值,第一、三水平为最佳水平的邻近水平。考察收获后亚麻籽生氰糖苷含量,选出亚麻籽生氰糖苷含量最低的组合。

1.2.6 等离子体处理对不同亚麻品种生氰糖苷含量的影响

采用经过正交试验得到的最佳等离子体处理组合,对9个亚麻品种(系)(晋亚9号、内亚3号、晋亚6号、本地黄亚麻、黑亚4号、地头、杂交372、核8571、高斯)进行试验,品种试验区 and 对照区各330 m²,收获后测定每小区亚麻籽生氰糖苷含量及每小区亚麻籽产量。考察等离子体处理对不同亚麻品种生氰糖苷含量的影响。

1.3 分析测定及数据分析方法

按GB 5009.36-2016测定亚麻籽生氰糖苷含量;数据分析使用Excel 2007和DPS v20.0软件。

亚麻籽生氰糖苷降幅(%)=(1-等离子体处理后生氰糖苷含量/亚麻CK生氰糖苷含量)×100

2 结果与分析

2.1 不同剂量强度对亚麻籽生氰糖苷含量的影响

由图1可见,采用等离子体处理亚麻籽,无论处理强度多少,对亚麻籽中的生氰糖苷含量都有不同程度的降低效果,随着等离子体处理剂量加大,生氰糖苷含量呈现下降趋势,在1.0 A至1.8 A次区间呈现较快下降趋势,1.8 A至2.6 A区间呈现缓慢下降趋势。同时,随着等离子体处理强度增强,亚麻产量则呈现先升后降特征,等离子体剂量强度从1.0 A到1.8 A,亚麻产量呈增加趋势,

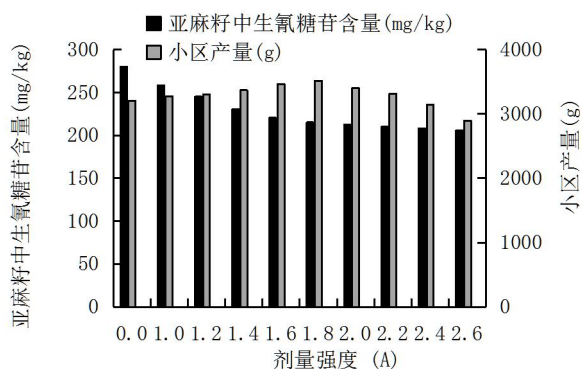


图1 不同剂量强度对亚麻籽生氰糖苷含量和产量的影响

但增幅不大;等离子体剂量强度从1.8 A到2.6 A, 亚麻产量呈减少趋势,但减幅不大,总体每小区亚麻产量与对照的差异不明显,当等离子体剂量强度达到2.4 A以上时,亚麻产量低于对照较多。本试验目的是采用等离子体处理技术后,在保证产量不降低的前提下,尽量降低亚麻籽中的生氰糖苷含量(下同),当等离子体处理剂量强度2.2 A时满足这一条件,因此,当试验种子流量为1.2 kg/min、处理2次时,等离子体处理剂量强度最佳为2.2 A。

2.2 不同种子流量对亚麻籽生氰糖苷含量的影响

由图2可见,采用等离子处理亚麻籽,无论种子处理流量多大,对亚麻籽生氰糖苷含量都有不同程度的降低效果。随着种子流量的加大,亚麻生氰糖苷含量呈现上升趋势。同时,随着种子处理流量加大,每小区亚麻的产量则呈先升后降趋势,当种子流量在0.8~1.2 kg/min时,小区亚麻产量呈现较大上升趋势;当种子流量在1.2~1.6 kg/min时则呈现较小的下降趋势。等离子体处理均比对照的小区产量高,种子流量为0.8、0.9 kg/min的生氰糖苷含量较低且相近,但种子流量为0.9 kg/min时,产量明显要高,所以,当剂量强度为2.0 A、处理2次时,种子流量最佳为0.9 kg/min。

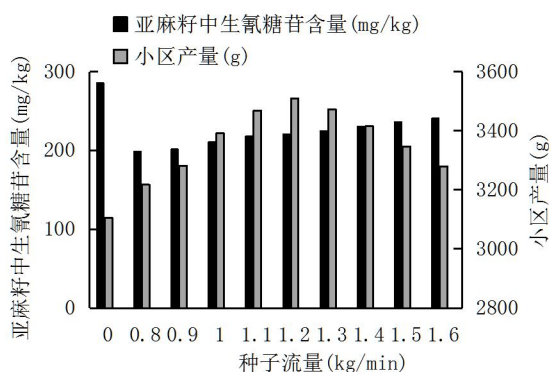


图2 不同种子流量对亚麻籽生氰糖苷和产量的影响

2.3 不同处理次数对亚麻籽生氰糖苷含量的影响

由图3可见,随着处理次数增多,亚麻籽中生氰

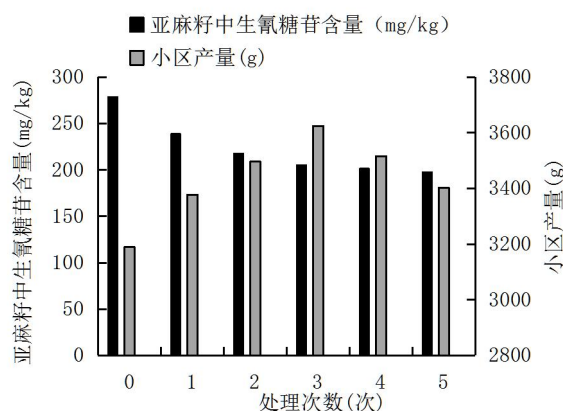


图3 不同处理次数对亚麻籽粒生氰糖苷和产量的影响

糖苷含量降低。随着处理次数的增加,小区亚麻籽产量呈先升后降的趋势,在试验范围内,无论处理几次,小区产量均比对照高,其中处理3次时小区产量最高。综合生氰糖苷含量和小区产量两个因素,最佳的处理水平是处理3次。

2.4 正交试验结果

依据试验设计原则和单因素试验结果,确定正交试验设计的因素与水平见表1。正交试验结果见表2。

表1 正交试验因素与水平表

因素水平	剂量强度(A)	种子流量(kg/min)	处理次数(次)
1	2.0	0.8	2
2	2.2	0.9	3
3	2.4	1.0	4

表2 等离子体处理对亚麻品种生氰糖苷含量影响正交试验结果

因素	剂量强度 (A)	种子流量 (kg/min)	处理次数 (次)	籽粒生氰糖苷含量 (mg/kg)
1	2.0	0.8	2	223.47
2	2.0	0.9	3	218.46
3	2.0	1.0	4	216.17
4	2.2	0.8	3	211.73
5	2.2	0.9	4	208.13
6	2.2	1.0	2	219.42
7	2.4	0.8	4	202.57
8	2.4	0.9	2	213.86
9	2.4	1.0	3	207.26
K ₁	219.37	212.59	218.92	
K ₂	213.09	213.48	212.48	
K ₃	207.90	214.28	208.96	
R	11.47	1.69	9.96	

由表2结果可见,按照极差R的大小,影响

亚麻籽生氰糖苷含量的因素顺序是:剂量强度>处理次数>种子流量;等离子体处理种子技术的试验最佳组合是:剂量强度为2.4 A,处理次数为4次,种子流量为0.8 kg/min,以此技术条件组合进行等离子体处理对不同亚麻品种生氰糖苷含量试验。

2.5 等离子体处理对不同亚麻品种生氰糖苷含量的影响

从表3可见,采用经过正交试验得到的最佳等离子体处理组合对9个亚麻品种进行处理后,9个品种(系)的生氰糖苷含量均有明显的降低,降幅在18.14%~31.33%,说明等离子体处理亚麻籽对降低生氰糖苷含量有普遍的效果。

表3 等离子体处理对不同亚麻品种生氰糖苷含量影响
mg/kg

品种名称	CK	2.4 A、4次、0.8 kg/min	降幅(%)
晋亚9号	285.12	213.14	25.25
内亚3号	329.52	246.28	25.26
晋亚6号	360.41	268.79	25.42
本地黄亚麻	220.16	171.52	22.09
黑亚4号	420.87	293.56	30.25
地头	394.26	283.27	28.15
杂交372	264.57	195.48	26.11
核8571	186.24	152.46	18.14
高斯	463.41	318.24	31.33

由表4可见,采用经过正交试验得到的最佳等离子体处理组合,对9个亚麻品种产量的影响有增有减,但增减的幅度均在2%以内,说明本试验的等离子体处理组合对亚麻产量基本没有影响。

表4 等离子体处理对不同亚麻品种产量影响
kg

品种名称	CK	2.4 A、4次、0.8 kg/min	产量增幅(%)
晋亚9号	32.45	32.84	1.20
内亚3号	36.42	35.85	-1.56
晋亚6号	30.45	30.79	1.12
本地黄亚麻	27.43	27.52	0.33
黑亚4号	25.52	25.24	-1.10
地头	22.87	23.27	1.75
杂交372	24.57	24.16	-1.67
核8571	33.65	33.48	-0.51
高斯	31.41	31.82	1.31

3 讨论与结论

降低亚麻籽中的生氰糖苷,国内外学者进行了大量的研究,经高温处理及微波辐射均可实

现^[7]。等离子体处理亚麻种子,通过等离子体的高温及电磁辐射降低了亚麻籽中的生氰糖苷含量。依此机理,处理剂量越大、处理次数越多、种子流量越慢,越有利于降低亚麻生氰糖苷含量,单因素和正交试验的结果均验证了此结论。在不降低亚麻产量的前提下,通过正交试验得出最佳等离子体处理组合为:剂量强度为2.4 A,处理次数为4次,种子流量为0.8 kg/min。采用此组合对9个亚麻品种进行田间试验,结果表明:亚麻产量基本没有影响,9个品种(系)的生氰糖苷含量均有明显降低,降幅在18.14%~31.33%,等离子体处理亚麻籽对降低生氰糖苷含量有普遍的效果。

参考文献:

- [1] 吴广文,袁红梅,宋喜霞,等.2017年我国亚麻行业发展概况[J].东北农业科学,2020,45(4):33-35.
- [2] 王斌,赵利,王利民,等.胡麻种质资源主要品质性状的分析与评价[J].中国油料作物学报,2018,40(6):785-792.
- [3] Goyal A, Sharma V, Sifag M K. Oxidative Stability of Alpha-linolenic Acid (w-3) in Flaxseed Oil Microcapsules Fortified Market Milk[J]. Society of Dairy Technology, 2017, 70(2): 188-196.
- [4] 王莹,王雨晴,卢彦岑,等.亚麻及其活性成分的开发应用研究进展[J]包装工程,2019,40(21):23-29.
- [5] 祁惠芳,程子良,孔维宝,等.亚麻籽有效成分的提取及其综合利用研究进展[J]中国油脂,2019,44(11):102-107.
- [6] 魏长庆,刘文玉,许程剑.胡麻籽活性成分研究应用进展[J].粮食与油脂,2012,25(4):6-8.
- [7] 张郁松.水煮法对亚麻籽脱氰的工艺研究[J].食品科技,2008,29(1):109-111.
- [8] 杨宏志.用溶剂法对亚麻籽脱氰的工艺研究[J].黑龙江八一农垦大学学报,2005,17(4):61-65.
- [9] 李次力,缪铭.亚麻籽粕不同脱氰方法的比较研究[J].食品科学,2006,27(12):280-282.
- [10] 汤华成,赵蕾.三种脱氰方法降低亚麻籽中氰化氢含量的效果比较[J].中国农学通报,2007,23(7):139-142.
- [11] 吴忠民,王庆江.等离子体种子处理技术介绍[J].新农业,2017(1):44-45.
- [12] 方向前,邱萍,赵洪祥,等.等离子体不同次数处理花生种子对生物学性状、产量及产值的影响[J].吉林农业科学,2013,38(1):1-3.
- [13] 方向前,赵洪祥,高德全,等.等离子体处理茄子种子对产量及产值的效果分析[J].吉林农业科学,2009,34(4):49-50.
- [14] 石玉海,方向前,许东恒,等.等离子体不同剂量处理大豆种子对生物学性状、产量及产值的影响[J].吉林农业科学,2010,35(6):6-7.
- [15] 陈稳良,史兴海,梁改梅,等.等离子体处理对苦荞种子幼苗发育及其产量的影响[J].贵州农业科学,2019,47(6):4-7.
- [16] 季浩博.等离子体处理机处理玉米种子技术试验总结[J].农业开发与装备,2019(1):137-138.

(下转第77页)

- 吸收及土壤化学性状的影响[J]. 生态环境学报, 2010, 19(11): 2713-2717.
- [5] 彭启超, 刘小华, 罗培宇, 等. 不同原料生物炭对氮、磷、钾的吸附和解吸特性[J]. 植物营养与肥料学报, 2019, 25(10): 1763-1772.
- [6] Cai Z, Wang B, Xu M, et al. Nitrification and acidification from urea application in red soil (*Ferralsol cambisol*) after different long-term fertilization treatments[J]. *Journal of soils and sediments*, 2014, 14(9): 1526-1536.
- [7] 王毅, 张俊清, 况帅, 等. 施用小麦秸秆或其生物炭对烟田土壤理化特性及有机碳组分的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2020, 26(2): 285-294.
- [8] 张伟明. 生物炭的理化性质及其在作物生产上的应用[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2012.
- [9] 黄剑. 生物炭对土壤微生物量及土壤酶的影响研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [10] Song D, Tang J, Xi X, et al. Responses of soil nutrients and microbial activities to additions of maize straw biochar and chemical fertilization in a calcareous soil[J]. *European Journal of Soil Biology*, 2018, 84: 1-10.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 30-103.
- [12] 关松荫. 土壤酶及其研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 274-338.
- [13] Bokulich N A, Mills D A. Improved selection of internal transcribed spacer-specific primers enables quantitative, ultra-high-throughput profiling of fungal communities[J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2013, 79(8): 2519-2526.
- [14] 李明, 李忠佩, 刘明, 等. 不同秸秆生物炭对红壤性水稻土养分及微生物群落结构的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(7): 1361-1369.
- [15] 侯晓娜, 李慧, 朱刘兵, 等. 生物炭与秸秆添加对砂姜黑土团聚体组成和有机碳分布的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(4): 705-712.
- [16] 徐国鑫, 王子芳, 高明, 等. 秸秆与生物炭还田对土壤团聚体及固碳特征的影响[J]. 环境科学, 2018, 39(1): 355-362.
- [17] 张杰. 秸秆、木质素及生物炭对土壤有机碳氮和微生物多样性的影响[D]. 北京: 中国农业科学院, 2015.
- [18] 周桂玉, 窦森, 刘世杰. 生物质炭结构性质及其对土壤有效养分和腐殖质组成的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(10): 2075-2080.
- [19] 周桂玉. 生物质炭的结构特征及其对土壤腐殖质和植物生长的影响[D]. 长春: 吉林农业大学, 2011.
- [20] 张哈芝. 生物炭对土壤肥力、作物生长及养分吸收的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2011.
- [21] 张千丰, 王光华. 生物炭理化性质及对土壤改良效果的研究进展[J]. 土壤与作物, 2012, 1(4): 219-226.
- [22] 侯云鹏, 孔丽丽, 李前, 等. 不同施肥模式对水稻养分吸收利用及土壤养分平衡的影响[J]. 东北农业科学, 2018, 43(1): 1-8.
- [23] 勾芒芒, 屈忠义. 生物炭对改善土壤理化性质及作物产量影响的研究进展[J]. 中国土壤与肥料, 2013(5): 1-5.
- [24] 韩光明. 生物炭对不同类型土壤理化性质和微生物多样性的影响[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2013.
- [25] 赵军, 耿增超, 尚杰, 等. 生物炭及炭基硝酸铵对土壤微生物量碳、氮及酶活性的影响[J]. 生态学报, 2016, 36(8): 2355-2362.
- [26] 杨倩, 李登科, 王永斌, 等. 秸秆生物炭及秸秆对大豆生长及土壤微生物活性的影响[J]. 西南民族大学学报(自然科学版), 2016, 42(6): 591-597.
- [27] 刘国玲. 生物炭和秸秆还田对玉米生长发育和氮素吸收与利用的影响[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2016.
- [28] 王道涵, 邢聪慧, 梅傲雪, 等. 生物炭改良风沙土对土壤团聚体稳定性的影响[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版), 2018, 37(5): 816-823.
- [29] 李晓梅. 秸秆生物炭对黑土碳库的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2015.
- [30] 侯建伟, 邢存芳, 邓晓梅, 等. 不同秸秆生物炭对黄壤理化性质及综合肥力的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2019, 47(11): 49-59.
- [31] 刘方明, 高玉山, 孙云云, 等. 干旱胁迫条件下高吸水性树脂对玉米出苗和生长的影响[J]. 东北农业科学, 2018, 43(4): 1-4.
- [32] 殷大伟, 金梁, 郭晓红, 等. 生物炭基肥替代化肥对砂壤土养分含量及青贮玉米产量的影响[J]. 东北农业科学, 2019, 44(4): 19-24.
- [33] 周玉祥, 宋子岭, 孔涛, 等. 不同秸秆生物炭对露天煤矿排土场土壤微生物数量和酶活性的影响[J]. 环境化学, 2017, 36(1): 106-113.

(责任编辑:王昱)

(上接第41页)

- [17] 冯金胜. 等离子体处理种子对冬小麦生育特性的影响[J]. 现代农业科技, 2016(13): 28-29.
- [18] 张丽华, 边少锋, 方向前, 等. 等离子体种子处理对水稻生物学性状及产量的影响[J]. 吉林农业科学, 2007, 32(2): 16-18.
- [19] 张海军, 栗奕, 宿丽丽, 等. 吉林省“十二五”期间等离子体种子处理技术推广情况概述[J]. 种子世界, 2015(12): 8-9.
- [20] 程升, 郭沛荣, 刘国庆, 等. 定点等离子体处理胡麻种子初探[J]. 农业技术与装备, 2018(4): 12-14.
- [21] 谢晓宇, 尹美强, 温银元, 等. 等离子体处理苦参种子的生物学效应[J]. 山西农业科学, 2019, 47(4): 568-572.
- [22] 童家赟, 唐诗韵, 汤小婷, 等. 等离子体处理对不同含水量穿心莲种子萌发的影响[J]. 种子, 2019, 38(1): 54-59.
- [23] 葛永群, 王明俊, 周志丹. 等离子体种子处理技术抗性研究[J]. 农业科技推广, 2013(7): 44, 46.

(责任编辑:王丝语)