



陆信娟,刘灿玉,赵永强,等. 秸秆还田配施钾肥对大蒜生长及抗氧化系统的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2023(6):50-54,55.

# 秸秆还田配施钾肥对大蒜生长及抗氧化系统的影响

陆信娟<sup>1</sup>,刘灿玉<sup>1</sup>,赵永强<sup>1</sup>,李 慧<sup>2</sup>,张碧薇<sup>1</sup>,史新敏<sup>1</sup>,葛 洁<sup>1</sup>,杨 峰<sup>1</sup>

(1. 江苏徐淮地区徐州农业科学研究所,江苏 徐州 221121; 2. 江苏丰县农业干部学校,江苏 徐州 221700)

**摘要:**为推进大蒜产区秸秆资源的合理利用,促进大蒜栽培减肥增效,在大田条件下,以大蒜品种徐蒜 918 为材料,设置 6 个处理研究玉米秸秆还田配施钾肥对大蒜生长、抗氧化胁迫能力的影响。结果表明,秸秆还田+1/3 钾(S+1/3K)的处理大蒜干重和根系活力显著高于其他处理,分别为 27.67 g·株<sup>-1</sup>和 20.18 mg·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,叶片色素含量影响不大。与对照相比,秸秆还田+1/3 钾处理显著降低大蒜叶片与根系 SOD 活性、根系 POD 活性与叶片 CAT 活性,降低了根系 MDA 含量;提高了大蒜叶片可溶性蛋白含量,并降低了大蒜叶片可溶性糖含量。秸秆还田配施适量的钾肥可促进大蒜干物质的积累,提高根系活力,保持大蒜体内良好抗氧化酶活性水平,降低根系 MDA 含量,促进了大蒜的生长。

**关键词:**大蒜;秸秆还田;钾肥;植物生长;抗氧化系统

我国是农业大国,秸秆作为重要的生物资源,来源丰富,广泛运用于农业、畜牧业与工业<sup>[1]</sup>。在农业生产上,最常见的利用方式是将秸秆直接还田,对提高土壤有机质含量效果明显<sup>[2]</sup>,改良土壤结构<sup>[3]</sup>,促进土壤中特定微生物的生长,改良土壤的生态环境<sup>[4]</sup>;同时秸秆中含有氮、磷、钾等矿质营养元素,秸秆还田后在微生物的作用下将营养元素释放至土壤中为作物提供生长所需的养分。秸秆中的氮、磷、钾元素在秸秆还田后其养分的释放速率为 K>P>N,且秸秆钾元素当季释放率可达 80% 以上<sup>[5-7]</sup>,说明秸秆钾通过秸秆还田的方式,可快速释放至土壤中补充土壤钾素。前人研究发现,钾肥施用量过多,可导致土壤板结、酸化,以及造成土壤重金属污染<sup>[8]</sup>;而秸秆还田不仅可以充分利用秸秆资源,避免了因秸秆焚烧所导致的环境污染,同时也增加土壤有机质含量,对土壤的环境条件起到了一定的改良作用;而且,秸秆可作为钾素的来源,可部分替代化学钾肥的投入与使用<sup>[9-10]</sup>。秸秆还田还具有提高作物叶片与根系中 SOD、POD 酶活性,降低 MDA 含量<sup>[11-12]</sup>,维持生育后期叶片生理功能<sup>[11]</sup>的作用。徐淮地区是大蒜主产区之一,仅邳州产区 2020 年大蒜种植面积已达 4.33 万 hm<sup>2</sup>,单产达 1 300 kg·(667 m<sup>2</sup>)<sup>-1</sup><sup>[13]</sup>。

大蒜对土壤的肥力要求比较高,尤其对氮、钾两种元素需求量比较大<sup>[14]</sup>。为了达到预期的产量目标,生产上通常投入大量化学肥料,但对环境也造成了一定的影响。同时,钾肥施用量达到一定阈值,增加钾肥施用量,大蒜的产量不再增加<sup>[15]</sup>,且 POD 与 CAT 酶活有降低的趋势<sup>[16]</sup>。大蒜-夏玉米是徐淮地区大蒜产区主要的茬口模式,因此玉米秸秆资源丰富。采用玉米秸秆还田的栽培方式有利于提高土壤钾素含量、pH 与土壤腐殖质含量<sup>[17]</sup>;有效促进大蒜生长,增加大蒜产量<sup>[18]</sup>。但是玉米秸秆还田下配施钾肥对生长及抗氧化胁迫能力的影响尚缺乏相关研究。因此,本研究设置玉米秸秆全量还田与钾肥配施的方式,通过对生长及抗氧化胁迫能力的研究,以期获得大蒜对不同施肥措施相对应的响应机制,为进一步推进大蒜产区秸秆资源的合理利用,达到大蒜栽培减肥增效的目的提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2020—2021 年在江苏徐淮地区徐州农业科学研究所大蒜试验基地进行。试验地为沙壤土,试验前 0~30 cm 土壤基本养分状况为:有机质 18.30 g·kg<sup>-1</sup>,全氮 0.73 g·kg<sup>-1</sup>,速效磷 34.20 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 98.26 mg·kg<sup>-1</sup>,pH6.28。

### 1.2 材料

供试大蒜品种为本单位选育的大蒜品种徐蒜 918。

收稿日期:2023-03-19

基金项目:江苏省科技项目(XZ-SZ202132);江苏现代农业产业技术体系建设项目(JATS[2022]052)。

第一作者:陆信娟(1982—),女,硕士,副研究员,从事蔬菜栽培生理与育种研究。E-mail:358755944@qq.com。

通信作者:杨峰(1975—),男,博士,研究员,从事大蒜栽培与品种改良研究。E-mail:xzyangfeng@163.com。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验共设 6 个处理,分别为:秸秆不还田+无钾(CK),秸秆不还田+钾(+K),秸秆还田+无钾(+S),秸秆还田+1/3 钾(S+1/3K),秸秆还田+2/3 钾(S+2/3K),秸秆还田+钾(S+K)。所有试验处理的 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>用量统一为 250.5 和 112.5 kg·hm<sup>-2</sup>,以保证氮磷正常供应;钾肥(K<sub>2</sub>O)最高施用量为试验筛选出的最佳用量 262.5 kg·hm<sup>-2</sup>[15]。随机区组排列,3 次重复,试验小区面积 30 m<sup>2</sup>,种植密度为 41.70 万株·hm<sup>-2</sup>。小区间采用土埂加覆塑料薄膜的方法进行防窜水窜肥处理,土埂宽 30 cm、高 30 cm。

提前测定单位面积玉米秸秆收获量,按照秸秆全量还田的标准将粉碎后的秸秆与肥料均匀撒入相对应的小区,即秸秆还田处理玉米秸秆使用量为 9 744.9 kg·hm<sup>-2</sup>,人工翻耕入土,生长期常规管理。

1.3.2 测定项目及方法 于大蒜鳞茎膨大期进行取样调查。干重测定参照陆信娟等[16]方法;采用乙醇提取法及氯化三苯基四氮唑(TTC)法测定叶片色素含量与根系活力[19];SOD 活性测定采用氮蓝四唑(NBT)还原法;采用 Cakmak 等[20]的方法测定 POD 和 CAT;MDA 含量 TBA 法进行测定[21];可溶性蛋白含量的测定采用考马斯亮蓝法[22];可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法[19]。

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2003 和 DPS 7.5 软件进行数据处理和处理间差异显著性检验(Duncan's 新复极差法)。

2 结果与分析

2.1 秸秆还田配施钾肥处理对大蒜干重的影响

由图 1 可知,大蒜单株干重以 S+1/3K 处理最高,达 27.67 g,与+K(26.66 g)、+S(26.51 g)处理差异不显著;但显著高于 CK(21.99 g)、S+2/3K(23.61 g)与 S+K(23.73 g)处理。说明,适宜的钾肥与秸秆还田都有利于大蒜植株干物质的积累,但秸秆还田配施钾肥需要注意钾肥的施用量,秸秆还田配施 1/3 钾肥可使大蒜的干物质积累量达到最高值;秸秆还田配施 2/3 钾肥与全量钾肥都会降低大蒜干重。

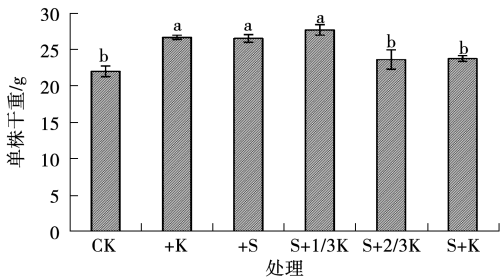


图 1 秸秆还田配施钾肥处理对大蒜干重的影响

注:不同小写字母表示处理间在  $P<0.05$  水平差异显著。下同。

2.2 秸秆还田配施钾肥处理对大蒜叶片色素含量的影响

由表 1 可知,CK 叶绿素 a、b、a+b 都显著低于其他处理( $P<0.05$ ),类胡萝卜素含量也处于最低值。说明钾肥的缺失对大蒜色素含量影响显著,较大程度降低了大蒜叶片的色素含量。各处理都在一定程度上提高了大蒜叶片色素含量,S+1/3K 与 S+2/3K 色素含量处于较高水平。

表 1 秸秆还田配施钾肥处理对大蒜叶片色素含量的影响

处理	叶绿素 a/ (mg·g <sup>-1</sup> )	叶绿素 b/ (mg·g <sup>-1</sup> )	类胡萝卜素/ (mg·g <sup>-1</sup> )	叶绿素 a+b/ (mg·g <sup>-1</sup> )	叶绿素 a/b
CK	0.20 b	0.08 d	0.04 b	0.29 b	2.42 a
+K	0.27 a	0.11 c	0.05 a	0.38 a	2.50 a
+S	0.28 a	0.10 c	0.05 ab	0.39 a	2.77 a
S+1/3K	0.28 a	0.12 ab	0.05 ab	0.40 a	2.40 a
S+2/3K	0.27 a	0.11 bc	0.05 ab	0.38 a	2.39 a
S+K	0.28 a	0.12 a	0.05 ab	0.40 a	2.30 a

注:不同小写字母表示处理间在  $P<0.05$  水平差异显著。下同。

2.3 秸秆还田配施钾肥处理对大蒜根系活力的影响

由图 2 可知,秸秆还田与施钾都可以提高大蒜根系活力,以 S+1/3K 处理对根系活力的提升效果最明显,根系活力达 20.18 mg·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>,其

根系活力显著高于其他处理( $P<0.05$ ),+K 处理根系活力的影响(16.65 mg·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>)仅次于 S+1/3K 处理;+S 与 S+2/3K、S+K 处理根系活力无显著差异。所有处理的根系活力都显著高于 CK(8.46 mg·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>)。

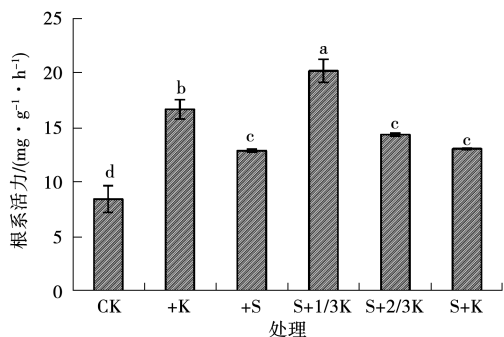


图2 秸秆还田配施钾肥处理对大蒜根系活力的影响

## 2.4 秸秆还田配施钾肥处理对大蒜叶片和根系抗氧化系统的影响

由图3A可知,大蒜叶片SOD活性的高低受是否施钾影响较大,未施钾肥的处理CK与+S叶片SOD活性处于最高值,分别为134.19和131.93  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ ,且显著高于其他处理;+K处理叶片SOD活性(112.05  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ )显著高于S+1/3K、S+2/3K和S+K处理;说明秸秆还田配施钾肥则进一步降低了叶片SOD活性。根系内SOD活性以S+K处理最高,为112.87  $\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ ,其次为CK,且二者显著高于其他处理。

由图3B可知,钾肥减量或未施处理(CK、+S、S+1/3K、S+2/3K)大蒜叶片POD酶活高于全量钾肥施入的处理(+K与S+K)。CK处理根系POD活性最高,为156.55  $\Delta\text{OD}_{470} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ,其次为+S处理,根系POD活性较CK显著降低。所有施钾处理的根系POD活性都显著低于+S处理,其中秸秆还田配施钾肥的处理对降低根系POD活性效果更为明显,S+1/3K、S+2/3K与S+K根系POD活性分别为69.22,60.64和61.71  $\Delta\text{OD}_{470} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

由图3C可知,大蒜叶片CAT活性变化与根系POD活性变化趋势相类似。CK叶片CAT活性达到最高值(19.88  $\Delta\text{OD}_{240} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ),显著高于其他处理;+S处理显著降低了大蒜叶片CAT值;所有施钾的处理之间叶片CAT活性无显著差异,但都显著低于未施钾处理(CK、+S)。大蒜根系CAT活性也与施钾量存在一定关系,施钾量越大,根系CAT活性越高。其中+K、S+K、S+2/3K处理可显著提高根系CAT活性。随着施钾量的进一步降低,S+1/3K处理根系活性显著降低(3.66  $\Delta\text{OD}_{240} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ),与+S处理无显著差异,CK处理根系CAT活性最低,且显著低于其他处理。

由图3D可知,与CK相比较,+K、+S、S+1/3K处理未能显著降低大蒜叶片MDA含量,仅S+2/3K

与S+K处理叶片MDA含量显著降低。大蒜根系MDA含量变化与叶片不同,CK因为缺少钾元素的供应,对大蒜的生长造成了一定的胁迫作用,导致根系MDA含量显著高于其他处理(0.041  $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ );+S、+K处理显著降低了根系MDA含量,S+1/3K根系MDA含量降至最低,为0.013  $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ ,但+S处理根系MDA含量仍显著高于秸秆还田与钾肥配施处理。可以看出,秸秆还田配施钾肥能有效降低大蒜根系MDA含量。

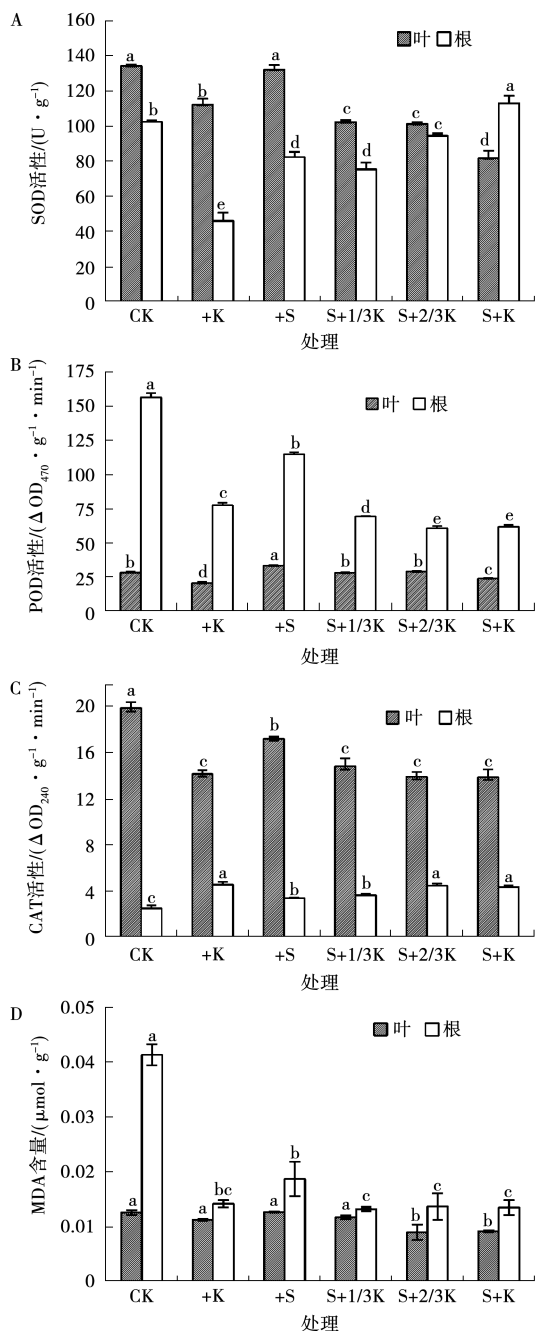


图3 秸秆还田配施钾肥处理对大蒜叶片与根系抗氧化酶活性与MDA含量的影响



## 2.5 秸秆还田配施钾肥处理对叶片和根系渗透调节物质的影响

由图 4A 可知,秸秆全量还田(+S)与秸秆还田配施钾肥可显著提高大蒜叶片内可溶性蛋白的含量,其中以 S+1/3K 处理叶片可溶性蛋白含量最高,为  $9.52 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,显著高于 CK 和 +K 处理,同时也显著高于 K+S 处理。CK 与 +K 处理叶片可溶性蛋白含量无显著差异,二者显著低于秸秆还田处理,说明秸秆还田的栽培措施可以提高大蒜叶片的可溶性蛋白含量。不同处理间大蒜根系可溶性蛋白含量无显著差异。

由图 4B 可知,叶片与根系的可溶性糖含量在不同处理间差异较大。叶片可溶性糖含量的高低与是否施用钾肥具有一定的相关性。CK 与 +S 处理未施钾肥,二者叶片可溶性糖含量差异不显著,但显著高于其他施钾处理,表明施用钾肥处理的叶片可溶性糖含量显著降低。其中 +K 处理叶片可溶性糖含量最低,与 S+2/3K、S+K 处理无显著差异;S+1/3K 叶片可溶性糖含量处于中间值( $64.89 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )。说明大蒜叶片可溶性糖含量与施钾量存在一定的负相关。根系可溶性糖含量与叶片可溶性糖含量对不同处理的反应差异较大。CK 根系可溶性糖含量最低,显著低于其他处理。施用全量钾肥的处理 +K 与 S+K 处理根系可溶性糖含量最高,且二者无显著差异, +S、S+1/3K、S+2/3K 处理的根系可溶性糖含量呈递增态势。说明,根系可溶性糖含量与钾肥的施用量呈一定的正相关。

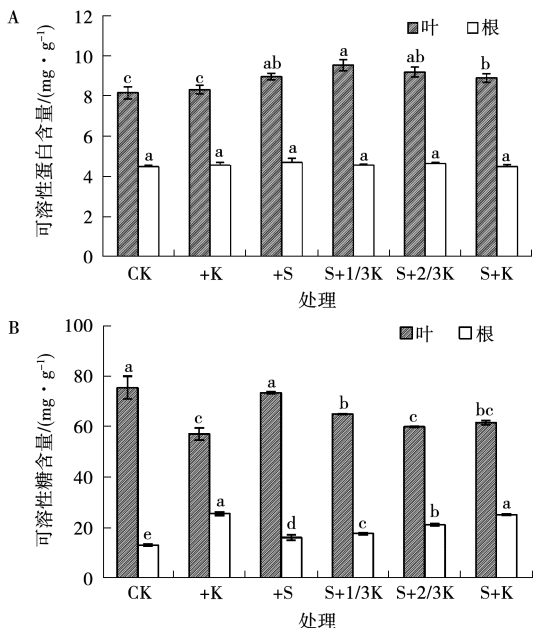


图 4 秸秆还田配施钾肥处理对大蒜叶片与根系可溶性蛋白(A)与可溶性糖(B)含量的影响

## 3 讨论

干物质含量作为作物重要的生长指标之一,可以用来衡量作物生长状态。适宜的钾肥施用量及秸秆还田都可以促进作物干物质的积累<sup>[16,23]</sup>。有研究表明,短期秸秆还田可不同程度替代化学钾肥的施用<sup>[10]</sup>,大蒜施钾量超过一定的范围,大蒜干重随之下降<sup>[16]</sup>,因此在推荐施用钾肥量<sup>[15]</sup>的前提下,秸秆还田配施钾肥时可适当减少钾肥的施用量。本研究中,S+1/3K 处理大蒜干重最高,而 S+2/3K 与 S+K 处理干重显著低于 S+1/3K 处理,说明在秸秆还田条件下,施用 1/3K 有利于大蒜生长及干物质积累。

根系活力也是作物重要的生长指标之一,根系活力的高低体现了根系本身的生长状态、吸收能力及对环境的适应性,直接影响作物的生长及产量的形成。土壤肥力条件影响作物根系的生长发育,显著影响根系活力<sup>[24]</sup>。逆境条件下,根系活性受到抑制<sup>[25]</sup>,而适宜的肥水条件与秸秆还田都可以促进根系活力的提升<sup>[15,26-27]</sup>。在本试验中,CK 根系活力最低,说明不施钾肥已经影响到根系的正常生长,并产生了一定的胁迫作用,导致根系活力下降;而 S+1/3K 处理根系活力显著高于其他处理,说明秸秆还田和适当的钾肥处理为大蒜的根系生长创造了适宜的土壤肥力条件,满足了大蒜生长所需,从而提高了大蒜的根系活力。

抗氧化系统是作物体内应对逆境的自我调节及保护系统,是植物在环境胁迫下维持正常生长及生理功能关键系统之一。本研究表明钾肥的缺失导致大蒜叶片 SOD、CAT 与大蒜根系 POD 酶活、根系 MDA 含量显著升高。前人研究发现,秸秆还田结合相适应的栽培方式可显著提高叶片 SOD、POD、CAT 活性,降低 MDA 含量<sup>[23,27-28]</sup>,但在本研究中,秸秆还田配施钾肥处理可显著降低叶片 SOD、CAT、根系 POD 酶活,同时也降低了根系 MDA 含量,而对照则保持在较高水平,说明以上结果为钾肥缺失胁迫大蒜生长导致。秸秆还田配施钾肥则为大蒜的生长创造了良好的条件,进而胁迫响应相关指标显著下降。此结果与前人研究结果相反,可能与试验土壤底肥肥力状况,作物种类不同有关。可溶性糖与可溶性蛋白作为渗透调节物质,参与作物多种抗逆调节<sup>[29-30]</sup>。本研究中含有秸秆还田处理的大蒜叶

片可溶性蛋白含量都显著高于无秸秆还田处理。其中 S+1/3K 处理蒜叶片可溶性蛋白含量处于最高值,说明此处理生长状态最佳,其叶片内积累的可溶性蛋白含量也最高,其渗透调节能力更大;而大蒜可溶性糖含量受施钾量影响,未施钾肥处理大蒜叶片可溶性糖含量显著高于施用钾肥处理,说明叶片可溶性糖含量对土壤缺钾敏感,当土壤含钾量不足时,叶片通过提高可溶性糖含量来应对缺钾胁迫;而根系的反应与叶片不一致,根系可溶性糖含量随施钾量的增加而增加。

## 4 结论

本试验结果表明,秸秆还田配施钾肥处理中, S+1/3K 处理干物质积累量大、根系活力高,叶片色素含量未受影响,抗氧化酶活指标变化相对较平缓,且根系内 MDA 含量保持在最低水平,说明此处理大蒜生长状况良好,由此进一步说明 S+1/3K 处理适宜应用于大蒜栽培。

## 参考文献:

- [1] 霍丽丽,赵立欣,孟海波,等. 中国农作物秸秆综合利用潜力研究[J]. 农业工程学报, 2019, 35(13): 218-224.
- [2] 田慎重,郭洪海,董晓霞,等. 耕作方式转变和秸秆还田对土壤活性有机碳的影响[J]. 农业工程学报, 2016, 32(2): 39-45.
- [3] 吴宪,张婷,王蕊,等. 化肥减量配施有机肥和秸秆对华北潮土团聚体分布及稳定性的影响[J]. 生态环境学报, 2020, 29(5): 933-941.
- [4] 马垒,李燕,魏建林,等. 长期秸秆还田对潮土真菌群落、酶活性和小麦产量的影响[J]. 环境科学, 2022, 43(10): 4755-4764.
- [5] 龚振平,邓乃榛,宋秋来,等. 基于长期定位试验的松嫩平原还田玉米秸秆腐解特征研究[J]. 农业工程学报, 2018, 34(8): 139-145.
- [6] 戴志刚,鲁剑巍,李小坤,等. 不同作物还田秸秆的养分释放特征试验[J]. 农业工程学报, 2010, 26(6): 272-276.
- [7] 刘单卿,李顺义,郭夏丽. 不同还田方式下小麦秸秆的腐解特征及养分释放规律[J]. 河南农业科学, 2018, 47(4): 49-53.
- [8] 黄国勤,王兴祥,钱海燕,等. 施用化肥对农业生态环境的负面影响及对策[J]. 生态环境, 2004, 13(4): 656-660.
- [9] 唐保国,陶诗顺,张荣萍,等. 油菜秸秆全量还田减钾栽培对杂交稻分蘖及产量的影响[J]. 河南农业科学, 2017, 46(3): 29-33.
- [10] 李继福,鲁剑巍,任涛,等. 稻田不同供钾能力条件下秸秆还田替代钾肥效果[J]. 中国农业科学, 2014, 47(2): 292-302.
- [11] 张权,张莉,焦念元,等. 隔年深耕对夏玉米花后叶片衰老和子粒产量的影响[J]. 玉米科学, 2013, 21(5): 62-65.
- [12] 张瑞富,张明伟,杨恒山,等. 秸秆还田与灌溉方式对春玉

米根冠抗氧化能力的影响[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版), 2021, 36(4): 314-319.

- [13] 任艳云,谭贺,高仙草,等. 金乡与杞县、邳州大蒜产业发展对比分析[J]. 中国蔬菜, 2021(12): 5-10.
- [14] 张翔,朱洪勋. 大蒜氮磷钾营养吸收规律与平衡施肥研究[J]. 土壤肥料, 1998(2): 10-13.
- [15] 陆信娟,杨峰,樊继德. 增施钾肥对大蒜生长发育、产量和品质的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2018, 49(3): 484-489.
- [16] 陆信娟,杨峰,樊继德. 钾肥不同用量对大蒜干重及保护酶活性的影响[J]. 湖南农业科学, 2017(5): 32-35.
- [17] 吴岳庭,李海平,丁梦娇,等. 玉米秸秆还田方式对酸性植烟土壤肥力及烟叶产值的影响[J]. 西南农业学报, 2021, 34(2): 320-325.
- [18] 任德国,李建侠,闫文娟,等. 玉米秸秆还田对大蒜生长及土壤理化性状的影响[J]. 山东农业科学, 2010(4): 83-84.
- [19] 赵世杰,史国安,董新纯. 植物生理学实验指导[M]. 泰安: 中国农业科学技术出版社, 2002: 47-48, 55-57, 84-85.
- [20] ÇAKMAK I, MARSCHNER H. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, and glutathione reductase in bean leaves[J]. Plant Physiology, 1992, 98(4): 1222-1227.
- [21] CAVALCANTI F R, OLIVEIRA J T A, MARTINS-MIRANDA A S, et al. Superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities do not confer protection against oxidative damage in salt-stressed cowpea leaves[J]. New Phytologist, 2004, 163(3): 563-571.
- [22] 王月福,于振文,李尚霞,等. 氮素营养水平对冬小麦氮代谢关键酶活性变化和籽粒蛋白质含量的影响[J]. 作物学报, 2002, 28(6): 743-748.
- [23] 唐海明,肖小平,李超,等. 不同土壤耕作模式对双季水稻生理特性与产量的影响[J]. 作物学报, 2019, 45(5): 740-754.
- [24] 王法宏,任德昌,王旭清,等. 施肥对小麦根系活性、延缓旗叶衰老及产量的效应[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(3): 51-54.
- [25] 牛瀚晖,魏晓凯,俞世康,等. 外源水杨酸对低温胁迫下烤烟幼苗生理特性的影响[J]. 作物杂志, 2023, 39(2): 151-156.
- [26] 陆信娟,刘灿玉,樊继德,等. 水分运筹对大蒜生长特性及鳞茎产量、品质的影响[J]. 湖南农业科学, 2020(7): 23-26.
- [27] 李波,刘建,熊飞,等. 秸秆还田深度对盆栽冬小麦结构和生理特性的影响[J]. 麦类作物学报, 2012, 32(4): 722-727.
- [28] 石丽红,唐海明,肖小平,等. 双季稻区长期秸秆还田配施化肥对大麦生理特性与产量的影响[J]. 中国农业科技导报, 2021, 23(5): 143-152.
- [29] 马昕,庞志蕊,杨静慧,等. 8 个北美海棠品种耐盐碱生理差异研究[J]. 天津农学院学报, 2018, 25(4): 24-28.
- [30] 刘京,马洁怡,张金池,等. 不同土壤改良措施对苏北盐碱地薄壳山核桃生长的影响[J]. 东北林业大学学报, 2022, 50(7): 11-16.



唐克. 沙棘果实不同部位果油及黄酮含量比较[J]. 黑龙江农业科学, 2023(6):55-60.

# 沙棘果实不同部位果油及黄酮含量比较

唐 克

(黑龙江省农业科学院 乡村振兴科技研究所, 黑龙江 哈尔滨 150023)

**摘要:**为筛选不同用途的沙棘品种(系),发掘功能性沙棘种质资源,以7个不同亚种的沙棘品种(系)为试验材料,以黑龙江省主栽品种深秋红为对照,对不同沙棘亚种间果实基本性状、果油、籽油及果实中总黄酮含量进行分析。结果表明,不同品种间果实基本性状不同,杂交沙棘果实较小,百果重小,但果实结实密度大,单株产量高,果油含量及果实总黄酮含量均超过蒙古沙棘,其中晚黄沙棘单株产量11.25 kg,果肉含油率37.93%,总黄酮含量 $2.27\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ,显著高于其他沙棘品种,其熟期晚,果实经冬不凋,适合多种采收方式,可作为生产加工型品种在沙棘产业中应用。蒙古沙棘果实体积大,色泽鲜艳,百果重大,但果实密度低,单株产量低于杂交沙棘,特别是丘依斯克品种,虽然籽油含量略高于杂交沙棘,但熟期过早只适于手工采摘,因此在沙棘产业应用中,可用于观光采摘及鲜食加工。

**关键词:**沙棘;果油;籽油;总黄酮

沙棘在植物学分类上属于胡颓子科沙棘属的一种多年生落叶灌木或小乔木,又名醋柳、酸刺等<sup>[1-2]</sup>,

因其耐干旱、抗风沙、可在瘠薄土壤中生长,作为我国水土保持先锋树种,能够改良土壤,促进植物生长,从而达到植被演替的目的<sup>[3]</sup>。近年来,随着沙棘产业的发展以及对沙棘研究的深入,发现沙棘果实、叶片及枝茎中含有丰富的营养活性成分,具有较高的营养与药用价值,1977年被正式列入《中华人民共和国药典》,成为卫生部批准的几十

收稿日期:2023-02-10

基金项目:水利部沙棘开发管理中心项目(2022-zg-kj-020);  
国家自然科学基金(32071799)。

作者简介:唐克(1984—),男,硕士,助理研究员,从事沙棘育种,栽培繁育技术研究。E-mail:tangke19841102@163.com。

## Effects of Straw Returning to Field Combined with Potassium Fertilizer on the Growth and Antioxidant System of Garlic

LU Xinjuan<sup>1</sup>, LIU Canyu<sup>1</sup>, ZHAO Yongqiang<sup>1</sup>, LI Hui<sup>2</sup>, ZHANG Biwei<sup>1</sup>, SHI Xinmin<sup>1</sup>,  
GE Jie<sup>1</sup>, YANG Feng<sup>1</sup>

(1. Xuzhou Institute of Agricultural Sciences in Jiangsu Xuhuai Area, Xuzhou 221121, China; 2. Xuzhou Fengxian Agricultural Cadre School, Xuzhou 221700, China)

**Abstract:** In order to propel the reasonable utilization of straw resources in garlic producing areas and promote the cultivation of garlic of reducing fertilizer without reducing yield, the garlic variety of Xusuan 918 was used as the material, and six treatment experiments were set to study the effects of application of potassium fertilizer and corn straw returning on crop yields on the growth of garlic growth and antioxidant coercion in field. There were six treatments were carried out, including zero straw+zero potassium fertilizer (CK), zero straw+100% potassium fertilizer (+K), 100% straw+zero potassium fertilizer (+S), 100% straw+1/3 potassium fertilizer (S+1/3K), 100% straw+2/3 potassium fertilizer (S+2/3K), 100% straw+100% potassium fertilizer (S+K). The results showed that under the treatment of 100% straw+1/3 potassium fertilizer (S+1/3K), the dry weight of garlic reached highest and the root activity increased significantly, which reached 27.67 g per plant and  $20.18\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ , but the pigment content in garlic leaves was not affected. Compared with the control, 100% straw+1/3 potassium fertilizer (S+1/3K) treatment significantly reduced the activities of SOD in leaves and roots, POD and CAT in roots; It also reduced the content of MDA in roots and the content of soluble sugar in leaves but promoted soluble protein content in garlic leaves. Straw returning with appropriate potassium fertilizer could promote the accumulation of dry matter in garlic, increase root activity, maintain appropriate antioxidant enzyme activity level and reduce the content of MDA, and promote the growth of garlic.

**Keywords:** garlic; straw returning to field; potassium fertilizer; plant growth; antioxidant system