

不同连作年限对大蒜生长及生理活性的影响

田春丽¹, 王喜枝¹, 姚丽娟¹, 王立河¹, 李本银², 贾云超¹

(1. 河南农业职业学院 农业工程学院, 河南 中牟 451450; 2. 河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002)

摘要:以大蒜为试验材料,在氮磷钾供应充足条件下,采用盆栽试验方法研究了在大蒜连作0(CK)、10、20、30年条件下连作土对大蒜生长发育及其生理活性的影响。结果表明:随着连作年限的增加,各生物学指标呈现出快速-缓慢的下降趋势,连作10年的株高、假茎粗、蒜头直径和单个蒜头的重量均极显著低于对照(0年),已表现出明显的连作障碍,而连作10年和连作20年之间的差异并不显著,但继续增加连作年限至30年时连作障碍表现得更为明显。不同连作年限对大蒜生理指标也有显著影响,除过氧化氢酶(CAT)活性在连作0、10、20年之间差异不显著外,叶片叶绿素含量、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性均随连作年限的增加而显著降低,且SOD在不同连作年限下差异均极显著。总之,连作降低了大蒜株高、产量等形态指标及叶绿素、抗氧化酶活性等生理生化指标,短期连作(10年)已表现出明显连作障碍,长期连作(30年)障碍更严重,降低了大蒜产量和经济效益,因此,生产中应注意合理轮作倒茬,避免连作障碍的发生。

关键词:大蒜;连作;生长;生理活性

中图分类号:S 633.404⁺.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)05-0005-04

大蒜(*Allium sativum* L.)属百合科(Liliaceae)葱属(*Allium*)一二年生草本植物,其营养价值极高,富含蛋白质、碳水化合物和维生素等多种营养物质,素有“植物黄金”之美称,是深受人民喜爱的香辛类蔬菜。而且,大蒜提取物具有杀菌、抗癌等特殊功效,是重要的药用植物,已引起医学、药学界的高度重视。因此,国内外对大蒜的需求量日益增加。河南省中牟县是我国主要的大蒜产区之一^[1],但由于受经济利益、有限的土地资源和生产栽培条件等因素的影响,大蒜连作面积和连作时间日趋加大加长,以致大蒜产量不稳,品质下降,进而导致近年来大蒜价格起伏较大。连作是指在同一块地里连续2茬以上种植同种或同科作物。作物连作已成为一个广泛存在、危害严重、亟待解决的生产性问题。作物连作以后,即使在正常的栽培管理措施下,也会使植株长势变弱、产量和品质下降,这种现象被称为连作障碍^[2]。

在我国,连作障碍涉及到多种作物,除小麦^[3]、玉

米^[4]、水稻^[5]、大豆^[6]、棉花^[7]等主要作物外,还包括蔬菜^[8-9]、果树^[10]和中药材等作物^[11]。刘素慧^[12]、李敏^[13]对连作大蒜根际土壤微生物区系、土壤酶活性变化和根系分泌物等方面进行了深入研究,并分析了大蒜连作障碍产生的机理,尉辉^[14]在山东省初步探索了连作对大蒜形态以及生理生化指标的变化,指出大蒜连作障碍已成为制约其产量和品质的关键因素。但针对全国闻名的大蒜主产区中牟县的大蒜连作问题的研究尚鲜见报道。为此,该研究以大蒜为材料,研究不同连作年限对石灰性潮土区大蒜生物学特性及其生理指标的影响,旨在探明连作对大蒜生长发育的影响及大蒜连作障碍形成机理,以期为大蒜优质丰产及可持续发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试大蒜品种为“中牟大白蒜”,市售。挑选无伤、无病虫害、大小均匀的蒜瓣备用。

供试土壤:大蒜不同连作年限土壤于2011年9月取自河南省中牟县官渡镇水渍村,前茬作物皆为玉米,收获后玉米秸秆就地还田。棋盘式布点法取样,采集0~20 cm耕层土壤,将同一连作年限不同地块的土壤样品混匀,风干,备用。土壤类型为潮土,土壤质地为轻壤,基本特性见表1。

第一作者简介:田春丽(1982-),女,河南上蔡人,博士,讲师,现主要从事土壤肥料与植物营养等研究工作。E-mail: ashou05@163.com.

责任作者:王立河(1967-),男,河南南阳人,本科,教授,研究方向为土壤化学与植物营养。E-mail: wlhwww2002@aliyun.com.

基金项目:河南省教育厅科学技术研究重点资助项目(13B210065)。

收稿日期:2015-12-14

表 1

供试土壤基本理化性质

Table 1

The basic properties of the tested soil

处理	pH 值	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾
Treatment	pH value	O. M/(g · kg ⁻¹)	Total N/(g · kg ⁻¹)	Total P/(g · kg ⁻¹)	Total K/(g · kg ⁻¹)	Avail. N/(mg · kg ⁻¹)	Avail. P/(mg · kg ⁻¹)	Avail. K/(mg · kg ⁻¹)
0 年 0 year	8.23	14.12	1.31	1.07	18.96	108.71	30.81	159.57
10 年 10 year	8.28	14.03	1.33	1.12	18.88	111.91	31.74	161.47
20 年 20 year	8.31	14.17	1.25	1.08	19.09	112.73	31.56	163.62
30 年 30 year	8.32	14.08	1.29	1.13	19.11	110.32	32.19	161.98

供试肥料:复混肥 20-15-15;氮肥为尿素[CO(NH₂)₂, 含 N 46%],市售。

1.2 试验方法

该试验于 2011 年 10 月至 2012 年 6 月在河南省农业高新科技园区网室采用盆栽方式进行。试验以大蒜连作年限分别为 10、20、30 年为 3 个处理,其中以种植 0 年(连续 5 年小麦-玉米轮作)为对照。盆栽试验采用白色不透光塑料盆(底有小孔),盆上口口径、下口径和高度分别为 25、17、20 cm。每盆装土折合干重 5 kg,种植大蒜 4 株。盆栽施肥量按当地农民大田种植大蒜常规施肥的 3 倍施用,每盆基施复混肥(20-15-15)5 g(均按风干土计),在返青期和抽苔期分别追施尿素 3 g。每个处理 8 盆,随机排列,试验重复 3 次。在植株生长期,每盆适时松土,采用容量法根据作物长势和土壤干湿情况及时灌水,并防治虫害。

1.3 项目测定

1.3.1 大蒜生物学特性指标的测定 2012 年 5 月 25 日采样,每个区组内每个处理随机取 3 盆进行大蒜鳞茎鲜产量测定,并将每盆所产鳞茎装袋,风干称重,考察鳞茎干产量。株高测量从地面开始到植株的最高高度的距离为该时期的株高;用游标卡尺测量距地面 2 cm 的茎粗作为该时期的假茎粗。均随机取 30 株进行测定,取其平均值^[14]。

1.3.2 大蒜生理指标的测定 于大蒜抽薹期(5 月 2 日)选择生长健康、长势一致、无病斑的大蒜叶片进行取样,并将每个区组内同一处理不同重复的叶片切碎混匀进行叶绿素及抗氧化酶等指标测定。叶绿素和胡萝卜素含量的测定^[15]:称取切碎混匀的叶片组织 1 g,加 80%的丙酮研磨,提取,定容。以 80%丙酮溶液为空白参比调零,在波长 663、646、470 nm 处比色测定提取液的吸光度值,重复 3 次。叶绿素 a=12.21D₆₆₃-2.81D₆₄₆;

叶绿素 b=20.13D₆₄₆-5.03D₆₆₃;胡萝卜素=(1 000D₄₇₀-3.27Ca-104Cb)/229。

1.3.3 大蒜抗氧化酶的测定 称取洗净的混合鲜叶片 0.5 g,加 3 mL 磷酸缓冲液(0.05 mol/L, pH 7.8),冰浴研磨,提取,10 000 r/min 离心 10 min 后冷藏保存。上清液即酶提取液。过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定^[15];过氧化氢酶(CAT)活性采用紫外吸收法测定^[15];超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑光还原法测定^[15]。

1.4 数据分析

采用 Excel 2013 及 DPS 7.05 软件进行数据处理和统计分析,并采用 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 连作对大蒜生物学特性的影响

植物生长发育状况是对环境条件响应的最直接体现,连作年限对大蒜生物学特性影响显著(表 2),总体而言,随着连作年限的增加,大蒜成熟期各生物学指标均呈快速(0~10 年)-缓慢(10~30 年)的下降趋势。短期连作(10 年)已表现出较明显的连作障碍,株高、假茎粗和蒜头直径均极显著低于对照(0 年),单个蒜头鲜重也极显著降低,而连作 10 年和连作 20 年之间的差异不显著,但继续增加连作年限至长期连作(30 年)时连作障碍表现得更为明显,除蒜头直径外,各指标再次大幅度下降。

由表 2 可知,连作 10、20、30 年和对照(0 年)相比,株高的降幅分别为 8.56%、11.69%和 14.98%,单个蒜头鲜重降幅分别为 19.92%、25.21%和 33.98%,而单个蒜头干重的平均产量在 0、10、20、30 年分别为 28.22、21.79、20.55、19.96 g,其降幅分别为 22.79%、27.18%和 29.27%。说明随着连作年限的增加,大蒜生长发育受到显著影响,长势变弱,产量降低。

表 2

连作对大蒜生物学特性的影响

Table 2

Effect of continuous cropping on the biological characteristics of garlic

处理	株高	假茎粗	蒜头直径	单个蒜头鲜重	单个蒜头干重
Treatment	Plant height/cm	Pseudostem diameter/mm	Diameter of garlic bulb/cm	Fresh weight of per garlic/g	Dry weight of per garlic/g
0 年 0 year	64.95±5.05aA	79.85±1.35aA	4.49±0.15aA	37.76±0.73aA	28.22±2.27aA
10 年 10 year	59.39±3.36bB	73.18±3.73bB	4.04±0.24bB	30.24±4.01bB	21.79±3.42bB
20 年 20 year	57.36±4.28bB	71.51±8.85bB	3.91±0.12bB	28.24±2.54bB	20.55±1.29cB
30 年 30 year	55.22±2.56bcB	68.11±5.53bcB	3.88±0.32bB	27.93±0.53cBC	19.96±2.27cB

2.2 连作对大蒜叶绿素含量的影响

叶绿素是重要的光合色素,叶片中叶绿素含量的高

低在一定程度上可反映叶片光合能力的强弱,从而影响作物有机物质的积累。由表 3 可知,随着大蒜连作年限

的增加,叶绿素 a、叶绿素 b、总叶绿素(a+b)和类胡萝卜素含量均先大幅度降低后缓慢降低,以种植 0 年(对照)最高,并和其它处理之间差异显著;其次为连作 10 年,分别比对照降低了 25.51%、16.98%、18.96%和 15.07%;

表 3

连作对大蒜叶绿素含量的影响

Table 3

Effect of continuous cropping on the chlorophyll content of garlic

mg/g FW

处理 Treatment	叶绿素 a 含量 Chl a content	叶绿素 b 含量 Chl b content	叶绿素(a+b)含量 Chl(a+b) content	类胡萝卜素含量 Carotenoid content
0 年 0 year	0.686±0.012aA	0.259±0.015aA	0.902±0.017aA	0.292±0.021aA
10 年 10 year	0.511±0.016bB	0.215±0.013bB	0.731±0.036bB	0.248±0.015bB
20 年 20 year	0.506±0.023bB	0.196±0.016bB	0.723±0.021bB	0.214±0.013bB
30 年 30 year	0.465±0.093cB	0.198±0.021bB	0.711±0.016bB	0.201±0.013bcB

2.3 连作对大蒜抗氧化酶活性的影响

超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)是植物体内清除活性氧和自由基的重要的保护酶,其活性的高低在一定程度上反映了植物的耐逆境能力。

SOD 是机体内天然存在的超氧自由基清除因子,可通过反应把有害的超氧自由基转化为过氧化氢,是保护酶体系中的关键酶。逆境胁迫下作物 SOD 活性通常与其抗氧化胁迫的能力呈正相关。由表 4 可知,对照中大蒜叶片 SOD 活性最高,且与不同连作年限间均达到极显著差异,其次是 10 年,SOD 活性显著高于 20 年和 30 年,连作 30 年的最低。连作 10、20、30 年的大蒜叶片 SOD 活性依次降低到对照的 9.67%、14.60%

表 4

连作对大蒜抗氧化酶活性的影响

Table 4

Effect of continuous cropping on the antioxidant enzyme activities of garlic

处理 Treatment	超氧化物歧化酶活性 SOD activity /(U·g ⁻¹ FW)	过氧化氢酶活性 CAT activity /(U·g ⁻¹ ·min ⁻¹ FW)	过氧化物酶活性 POD activity /(U·g ⁻¹ ·min ⁻¹ FW)
0 年 0 year	273.75±10.24aA	14.22±3.42aA	19.22±2.31aA
10 年 10 year	247.29±8.19bB	13.99±1.24aA	17.11±1.42bA
20 年 20 year	233.79±12.94cC	13.47±2.39aA	13.91±2.12cB
30 年 30 year	210.64±15.68dD	11.19±1.98bB	13.38±1.94cB

3 讨论

陈晓红等^[16]指出连作常导致作物生长发育不良,品质及产量下降,抗病能力降低等连作障碍的发生。连作障碍是长期以来农业生产的重要限制因子,直接影响作物的产量和品质。大蒜为忌连作作物,连作会使病虫害发生加重、长势差、叶片发黄、干枯,严重降低大蒜的产量^[17]和品质^[18]。大量研究表明,植物连作对其植株形态、叶片的光合生理特性和活性氧代谢等都有不同程度的影响^[19]。王才斌等^[20]研究表明,花生连作使株高降低,叶面积减小,叶绿素含量降低,光合速率下降,还导致花生叶片 SOD、POD、CAT 活性显著降低,使植株活性氧积累和膜脂过氧化损伤,产生生育障碍或加速老化,直接影响其生长发育。该研究结果同样表明,随着连作年限的增加,大蒜的生长发育状况逐渐下降,叶绿素含量及 SOD、POD、CAT 活性均以 0 年条件下最佳,短期连作(10 年)已对其生长产生显著抑制,长期连作(20、30 年)障碍更明显;这与刘素慧^[12]和尉辉^[14]的研究结果

叶绿素 a、总叶绿素(a+b)和类胡萝卜素含量均以连作 30 年最低,分别比对照降低 32.22%、21.18%和 31.16%;而叶绿素 b 在连作 20 年最低,比对照降低 24.32%,但与连作 10 年和 30 年之间差异均不显著。

和 23.05%。CAT 是生物防御系统的关键酶之一,其生物学功能是催化细胞内过氧化氢的分解防止过氧化。连作 10、20、30 年的 CAT 活性低于对照,但仅有 30 年处理与对照达到了显著差异,其余处理之间差异不显著。POD 是广泛存在于植物体内的一种活性较高的保护酶,对于维持植株体内活性氧代谢平衡,清除过量活性氧,保持细胞膜稳定性起重要作用。对于 POD 而言,仍表现出随着连作年限的增加活性降低的趋势,但 10 年和对照之间差异仅达到显著水平,未达到极显著差异,再继续增加连作年限时,POD 活性继续显著下降,即 10 年与 20、30 年之间差异显著,但连作 20 年和 30 年差异不显著。

有差异,他们分别在山东省泰安市采用盆栽试验研究了连作 5、10、15、20 年(以种植 0 年为对照)对大蒜产量、品质及土壤微生态环境的影响,均表明大蒜短期连作(5、10 年)在一定程度上提高大蒜的产量及品质,而长期连作(15、20 年)则降低大蒜产量与品质,尉辉^[14]的研究还表明,短期连作(5、10 年)大蒜形态指标、生理生化指标数量显著增加,叶绿素含量及抗氧化酶活性均以 10 年最高,并说明短期连作对植物体有一定的积极的保护作用。而在该试验条件下,短期连作(10 年)不但没有表现出促进作用,反而严重影响植株的生长发育,长期连作障碍表现更为明显,最终导致其产量降低。这可能与不同气候及栽培条件下大蒜对不同连作年限的响应不同有关,也可能与石灰性土壤中微生态环境的变化有关。总之,叶绿素含量的减少降低了光合作用,进一步影响到连作大蒜功能叶的抗氧化酶活性,降低了连作大蒜对逆境的适应能力,影响到大蒜形态指标和生理生化指标,生理生物学性质的变差又降低了植株对土壤养

分的吸收和对化感物质和病虫害的抗性,形成一种恶性循环,最终导致产量降低、生物学性状变差、抗逆性降低。

连作障碍产生的原因一般归结为4个方面^[12]:1)长期连作导致土壤性质恶化、养分失衡。2)大蒜连作造成微生物区系发生变化,土壤真菌、放线菌数量增加,细菌数量减少,导致土传病害的发生。3)土壤酶活性降低。4)大蒜的化感作用抑制后茬的生长。在河南省大蒜主产区,连作障碍现象已十分严重,极大限制了大蒜高产优质的发展,但在河南省石灰性砂质潮土中大蒜连作会对土壤微生物区系、土壤酶活性、土壤理化性状及根系分泌物到底产生怎样的影响还有待深入研究。

4 结论

该研究结果表明,在石灰性潮土中,不同连作年限对大蒜的生长发育及生理特性均有显著影响。随着大蒜连作年限的增加,叶绿素含量及抗氧化酶活性均呈下降趋势,生理活性的降低导致株高、产量等生物学指标也呈下降趋势,且短期连作(10年)时植株的生长发育已受到严重影响,长期连作(20、30年)障碍表现更为明显,说明连作降低了大蒜的光合性能、抗氧化酶活性及产量,在生产中应注意合理轮作或倒茬,或采取其它防止重茬措施,以提高大蒜经济效益。

参考文献

- [1] 邵秀丽,张丹,张慎璞,等.中牟大蒜标准化生产施肥技术配方研究[J].中国农学通报,2014,30(19):172-175.
- [2] 吴凤芝,赵凤艳,刘元英.设施蔬菜连作障碍原因综合分析与防治措施[J].东北农业大学学报,2000,31(3):241-247.
- [3] 危锋,郝明德.黄土地长期施肥对小麦连作土壤养分和水分的影响[J].中国水土保持科学,2011,9(4):104-109,116.

- [4] 吴硕,王鹏飞,李传本,等.玉米连作和长期施肥效应[J].土壤通报,1996,27(2):67-69.
- [5] 聂立孝.早稻连作障碍的成因及其调控[D].武汉:华中农业大学,2008.
- [6] 苗淑杰,乔云发,韩晓增.大豆连作障碍的研究进展[J].中国生态农业学报,2007,15(3):203-206.
- [7] 王翌.连作对棉花生长生理效应及硫酸对连作调控效应的研究[D].保定:河北农业大学,2013.
- [8] 刘亚峰.黄瓜连作障碍主要因子关系分析及其作用机理研究[D].郑州:河南农业大学,2006.
- [9] 王芳.茄子连作障碍机理研究[D].北京:中国农业大学,2003.
- [10] 张江红.酚类物质对苹果的化感作用及重茬障碍影响机理的研究[D].泰安:山东农业大学,2005.
- [11] 赵培强.黄芪(*Astragalus membranaceus*)连作障碍的研究[D].兰州:西北师范大学,2009.
- [12] 刘素慧.大蒜连作障碍形成机理及EM缓解效应的研究[D].泰安:山东农业大学,2011.
- [13] 李敏.大蒜连作对土壤微生物区系、理化性状及根系分泌物的影响[D].长春:吉林农业大学,2012.
- [14] 尉辉.大蒜连作障碍的主要表现及EM菌剂调节的研究[D].泰安:山东农业大学,2011.
- [15] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:134-165.
- [16] 陈晓红,邹志荣.温室蔬菜栽培连作障碍研究现状及防治措施[J].陕西农业科学,2002(12):16-17,20.
- [17] 刘素慧,刘世琦,张自坤,等.EM对连作大蒜根际土壤微生物和酶活性的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(3):718-723.
- [18] 贾茹,张迪,马晓东,等.大蒜连作障碍研究进展[J].北方园艺,2014(19):207-210.
- [19] 张子龙,王文全.植物连作障碍的形成机制及其调控技术研究进展[J].生物学杂志,2010,27(5):69-72.
- [20] 王才斌,吴正峰,成波,等.连作对花生光合特性和活性氧代谢的影响[J].作物学报,2007,33(8):1304-1309.

Effect of Different Years of Continuous Cropping on Garlic Growth and Physiological Activities

TIAN Chunli¹, WANG Xizhi¹, YAO Lijuan¹, WANG Libe¹, LI Benyin², JIA Yunchao¹

(1. College of Agriculture and Engineer, Henan Vocational College of Agriculture, Zhongmou, Henan 451450; 2. Nutrition and Resource Environment Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002)

Abstract: With the soils cropped garlic for 0 (control), 10, 20, 30 years as test materials, a pot experiment was conducted to study the effect of continuous cropping on the garlic growth and physiological activities. The results showed that the biological indicators of garlic were declined rapidly first and then slowly with the increasing of continuous cropping years. Continuous cropping obstacle occurred in the 10 years with the index decreased, such as average height, pseudostem diameter, diameter of garlic bulb and individual garlic fresh weight. There was no significant difference between 10 years continuous cropping and 20 years, but when continue to 30 years, the continuous cropping obstacles appeared more obvious. At the same time, the chlorophyll content and superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD) activity were reduced notably except catalase (CAT) with different continuous cropping years. In conclusion, with nitrogen, phosphorus and potassium sufficiently supplied, continuous cropping decreased the photosynthetic properties and antioxidant enzyme activity of garlic, continuous cropping obstacle occurred in short-term (10 years) and more serious in long-term (30 years), therefore, the harm of continuous cropping obstacle would be reduced by crop rotation.

Keywords: garlic; continuous cropping; growth; physiological activities