

高晶霞,谢华.黄花菜生长发育及品质对不同间作模式的响应[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2023,38(2):95-100.
doi:10.13582/j.cnki.1672-9102.2023.02.013

GAO J X, XIE H. Response of Day Lily's Growth and Quality to Different Intercropping Patterns[J]. Journal of Hunan University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2023, 38(2): 95-100. doi: 10.13582/j.cnki.1672-9102.2023.02.013

黄花菜生长发育及品质对不同间作模式的响应

高晶霞,谢华*

(宁夏农林科学院 园艺研究所,宁夏 银川 750002)

摘要: 间作模式不仅能够充分利用土地空间,促进作物的养分吸收,还能够一定程度上缓解农作物的连作障碍.以黄花菜为研究对象,通过将西瓜、白菜、甘蓝3种作物与黄花菜进行间作以及混合间作,研究间作种植方式对黄花菜的叶长、叶宽和叶绿素含量等生长指标,品质指标及抗逆性指标的影响.结果表明:间作种植方式不仅能提高黄花菜的叶长、叶宽及叶绿素含量,还能提高黄花菜叶片的可溶性固性物、可溶性糖及可溶性蛋白质等指标的数值,对黄花菜生长及品质特性具有一定促进作用.所得结果可为黄花菜的间作作业方式提供理论及实践参考.

关键词: 间作;黄花菜;品质;生长发育;抗逆性

中图分类号:S644 文献标志码:A 文章编号:1672-9102(2023)02-0095-06

Response of Day Lily's Growth and Quality to Different Intercropping Patterns

GAO Jingxia, XIE Hua

(Institute of Horticulture, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China)

Abstract: The intercropping mode can not only make full use of land space and promote crop nutrient absorption, but also alleviate the continuous cropping obstacles to a certain extent. Taking day lily as the research object, through intercropping and mixed intercropping of watermelon, baby cabbage and cabbage with day lily, this paper studies the effect of intercropping planting methods on day lily leaf length, width and chlorophyll content and other growth and development characteristics, quality and resistance indicators. Results show that the intercropping method increases not only the leaf length, leaf width and chlorophyll content of day lily, but also the soluble solid content of day lily leaves, soluble sugar and soluble protein and other indicators. The intercropping cultivation mode has a certain promotion effect on the growth and quality characteristics of day lily, which provides theoretical and practical references for the intercropping operation method of day lily.

Keywords: intercropping; day lily; quality; growth and development; resistance

宁夏回族自治区具有充足的光热资源,其自然条件适宜黄花菜的生长.然而,随着区域栽培特色蔬菜

收稿日期:2021-06-19

基金项目:宁夏农林科学院自治区农业科技自主创新专项科技创新引导项目资助(NKYG-20-05);财政部和农业农村部资助项目(CARS-23-G24)

*通信作者,E-mail:gjj830114@163.com

的发展,黄花菜的栽培规模与品质都将面临更高的要求.黄花菜作为多年生植物,与其他蔬菜有很明显的不同之处,其品质和产量的形成所需年限较长,可达10 a^[1].因此,在栽培年限内,如何解决土壤连作障碍、土壤肥力衰减等一系列问题,这是黄花菜高产优质栽培所必须要克服的问题.间作模式能够充分利用土地空间,促进作物的养分吸收,从而影响土壤肥力,在一定程度上缓解连作障碍,并能够通过根际之间的相互作用对黄花菜的生长产生影响.另外,通过对黄花菜加强水肥管理、适时分株更新等都能有效解决黄花菜在种植年限内的土壤连作障碍或者肥力下降等问题^[2-3].

已有研究^[4-6]表明,应对连作障碍可采取多种措施,如通过分根新栽、更新复壮,或者倒茬轮作2 a左右的其他作物如玉米、豆类等.在黄花菜种植年限内,如何更好地克服或减轻连作障碍对其生长发育以及品质产量的影响,还需要更进一步的研究调查.间作栽培在我国已实行多年,是目前常使用的栽培方式,即在同一季种植两种或多种作物于同一农地的栽培技术^[7-8].为了提高空间利用效率同时降低土壤肥力的竞争关系,栽培作物时必须考虑田间分配、种植密度、作物的成熟期与作物的生长形态.作物之间的间作种植具有显著的综合优势,良好的空间搭配能改善土壤的综合活性,提高水分及太阳能的利用效率,促进间作作物的生长.在间作模式下,间作作物根际之间通过多种方式相互影响和相互作用,进而对根际土壤整个生态系统产生影响,从而在一定程度上改变植物根茎叶的生长能力、发育特性和品质等,对植株生长产生一定的作用,有效提高作物的产量^[9].土壤养分作为植株生长所需养分的供应者,具有提供肥力的重要作用.黄花菜喜肥,根系强大,抗逆性较强,需要肥料营养充足、养分平衡的土壤条件.科学配比、平衡施肥及合适的土壤理化性状有利于黄花菜的良好生长.土壤酶在土壤根际系统的物质与能量交换中扮演着转换者的重要角色,而土壤酶活性的强弱在一定程度上能够反映土壤肥力的大小.间作栽培模式可以通过作物间的相互作用改变土壤的基本微生态环境,进而促进植物的生长并防止病虫害^[10].

目前,关于间作作物的分析集中在土壤特性的改良或者植物生长特性的改良,而关于间作栽培如何多方面影响植物的生长发育特性及品质方面的研究并不多,尤其缺乏多种间作作物环境对黄花菜生长发育特性及品质的影响研究.为此,本研究选取西瓜、白菜、甘蓝3种作物与黄花菜进行间作,研究间作种植方式对黄花菜的生长发育、品质及根际土壤的影响.

1 材料和方法

1.1 试验场地

试验于2020年4月16日在宁夏农林科学院现代农业综合试验基地开展.试验区域属于典型的大陆性季风气候,干旱少雨且蒸发大,气候干燥,但地下浅水层的分布较广,水位高,水质好,水中矿物质元素丰富,土壤有机质含量在0.5%~1.5%,土壤pH值在8.5左右,年平均气温8.6℃,适宜种植黄花菜.供试土壤基础理化性状为全氮1.73 g/kg,全磷1.16 g/kg,碱解氮120.07 mg/kg,速效磷95.86 mg/kg,速效钾738.23 mg/kg,有机质36.78 g/kg,土壤pH值为8.70(水土比为5:1).

1.2 试验设计

将西瓜、白菜、甘蓝3种作物与宁夏回族自治区主栽黄花菜进行间作栽培,黄花菜品种为大乌嘴,西瓜品种为安农二号,白菜为京娃三号,甘蓝为HBZ080.试验设置5个模式,即西瓜与黄花菜间作模式(T_1)、白菜与黄花菜间作模式(T_2)、甘蓝与黄花菜间作模式(T_3)、多种作物混合间作模式(T_4)以及单作模式(T_5).黄花菜的株行距为30 cm×70 cm,西瓜的株行距为40 cm×80 cm,白菜的株行距为20 cm×30 cm,甘蓝的株行距为35 cm×60 cm,间作条带比为4:2,间作作物之间的间距为30 cm×50 cm.种植面积为9×25 m²,共分为5块试验区域,水肥病虫害按常规管理.试验分别于2020年6月17日、2020年6月24日、2020年7月1日、2020年7月8日、2020年7月15日和2020年7月22日调查黄花菜的叶长、叶宽和叶绿素等生长动态指标,于2020年7月15日采样测定不同间作模式下黄花菜叶片的品质与抗逆性指标,采样时每个间作模式选取10株黄花菜进行样本测量,每株取2片叶,共20片叶.

1.3 测定方法

1.3.1 生长指标测定

每组随机选择5株种植30 d的黄花菜,在每株同一位置选用游标卡尺测量黄花菜的叶长及叶宽,黄花菜叶绿素采用TYS-B手持叶绿素仪进行测定.仪器校准时,测量头不夹样品.使用手持叶绿素仪测定植物叶绿素含量时,将仪器的测量头夹在叶片两端,按下测量头,在仪器的测量头夹住样品后,仪器上的2个LED依次发光,通过叶片传输的光打到接收器上,被转换成电信号,计算传输光的强度比率^[11].通过2种光的强度比率计算叶绿素的相对含量.

1.3.2 品质指标测定

黄花菜的品质主要选用可溶性固形物、可溶性糖以及可溶性蛋白等指标作为判断依据,其中,可溶性固形物采用WYT-4型手持数显糖量仪测定,取黄花菜组织进行机器捣碎或勺子捣碎制备成测试液,再用数显糖度仪对测试液进行测定.可溶性糖采用苯酚法进行测量,植物体内的可溶性糖主要指能溶于水及乙醇的单糖和寡聚糖.苯酚法具有方法简单、试剂便宜、灵敏度高且产生的颜色可稳定160 min以上等优点^[12].测定时向试管内加入9%苯酚溶液1 mL,摇匀,再从管液正面快速加入5 mL浓硫酸,摇匀.比色液的总体积为8 mL,在室温下放置30 min.然后以空白为参比,在485 nm波长下比色,以糖含量为横坐标,吸亮度为纵坐标绘制标准曲线,求出标准直线方程,同时取新鲜植物叶片,擦净表面污物,剪碎混匀,称取0.10~0.30 g,共3份(或干材料),分别放入3支刻度试管中,加入5~10 mL蒸馏水,塑料薄膜封口,于沸水中提取30 min(提取2次),提取液过滤后加入25 mL容量瓶中,反复漂洗试管及残渣定容至准确刻度.另外吸取0.5 mL样品液于试管中(重复2次),加蒸馏水1.5 mL,与制作标准曲线的步骤相同,按顺序分别加入苯酚、浓硫酸溶液,显色并测定吸亮度,由标准曲线查出糖的含量.可溶性蛋白主要采用考马斯亮蓝法进行测定.在测试过程中,取新鲜黄花菜叶片,加入2 mL蒸馏水研磨,磨成孕浆后用6 mL蒸馏水冲洗研钵,洗涤液收集在同一离心管中,在4 000 r/min下离心10 min,去除沉淀,以蒸馏水定容至10 mL,摇匀后待测,同时吸取样品提取液0.1 mL放入试管中,重复2次,加入5 mL的考马斯亮蓝溶液充分混合,放置2 min后在595 nm下比色,测定吸亮度并通过标准曲线查得蛋白质含量.

1.3.3 抗逆性指标测定

超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑(NBT)光还原法,在560 nm波长下测定吸亮度.过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚比色法测定,在470 nm波长下测定吸亮度,每隔1 min读数一次,持续10 min.过氧化氢酶(CAT)活性采用高锰酸钾滴定法测定^[13],在反应系统中加入一定量(反应过量)的过氧化氢溶液,经酶促反应后,用标准高锰酸钾溶液(在酸性条件下)滴定多余的过氧化氢,可求出消耗的 H_2O_2 的量,采用0.1 mol/L的 $KMnO_4$ 标准溶液滴定至出现粉红色(在30 min内不消失)为止.丙二醛(MDA)含量用硫代巴比妥酸(TBA)法测定,分别在450, 532, 600 nm波长下测定吸亮度.

1.4 数据统计

本研究的试验数据通过多次试验比较获取平均值及方差,采用Excel 2019以及SPSS 22.0进行数据分析,多重比较采用LSR法(Duncan法),相关系数 $P < 0.05$ 表明差异性显著.

2 结果与分析

2.1 黄花菜生长发育对不同间作模式的响应

2.1.1 黄花菜叶长对不同间作模式的响应

图1为不同间作模式对黄花菜叶长的影响.由图1可知:黄花菜的叶长在不同的间作模式(T_1, T_2, T_3, T_4)下均有一定程度的增长,单作模式(T_5)的黄花菜叶长在各个测量时间点最短,表明间作模式对黄花菜叶长存在一定程度的影响,其中西瓜与黄花菜间作模式(T_1)的影响最为显著,其次为白菜与黄花菜间作模式(T_2)、甘蓝与黄花菜间作模式(T_3),混合间作模式(T_4)对黄花菜叶长的促进作用相对不明显.由图1还可以看出:随着种植时间的增加,黄花菜的叶长不断增长,间作模式对叶长的生长促进作用更加明显,但

黄花菜叶长在不同间作模式下的响应存在差异.

2.1.2 黄花菜叶宽对不同间作模式的响应

图2为不同间作模式对黄花菜叶宽的影响.由图2可知:在不同种植时间点,黄花菜叶宽在不同间作模式下的响应显著不同,在最初种植时间点,单作模式(T_5)的叶宽最宽,其次分别为白菜与黄花菜间作模式(T_2)、西瓜与黄花菜间作模式(T_1)、混合间作模式(T_4)以及甘蓝与黄花菜间作模式(T_3).随着种植时间的增加,白菜与黄花菜间作模式(T_2)下的黄花菜叶宽的增长最为显著.在7月份的各个测试时间点, T_2 模式下的黄花菜叶宽均大于其他4种模式,其次为单作模式(T_5).而西瓜与黄花菜间作模式(T_1)、混合间作模式(T_4)以及甘蓝与黄花菜间作模式(T_3)在各个时间点对黄花菜叶宽的影响并不相同,甘蓝与黄花菜间作模式(T_3)在种植初期时的黄花菜叶宽最窄,随着种植时间的增加, T_3 模式下的黄花菜叶宽逐渐大于西瓜与黄花菜间作模式(T_1)和混合间作模式(T_4).

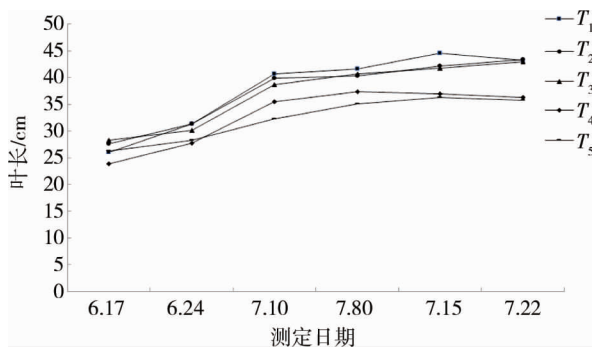


图1 不同间作模式对黄花菜叶长的影响

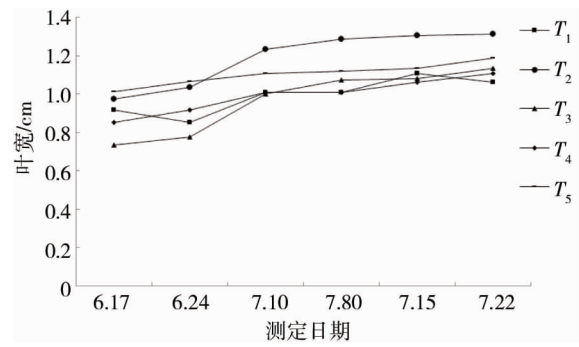


图2 不同间作模式对黄花菜叶宽的影响

2.1.3 黄花菜叶绿素对不同间作模式的响应

图3为不同间作模式对黄花菜叶绿素的影响.由图3可知:黄花菜叶绿素含量随着种植时间的增加总体逐渐降低,并且在大部分测试时间内,间作种植模式下的叶绿素含量总体高于单作模式(T_5).在不同时间节点,黄花菜叶绿素在不同间作模式(T_1, T_2, T_3, T_4)下的响应也不同,即在不同时间节点,不同间作模式的黄花菜叶绿素的含量存在高低差异且随着种植时间发生变化.

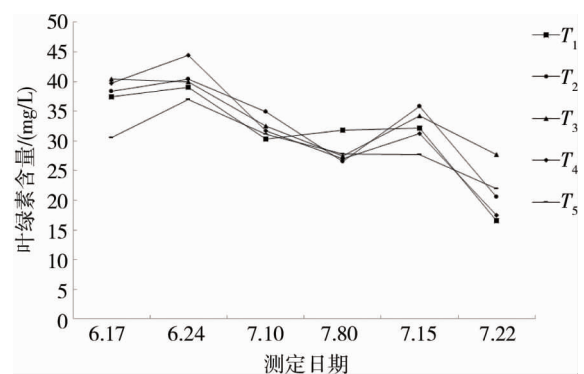
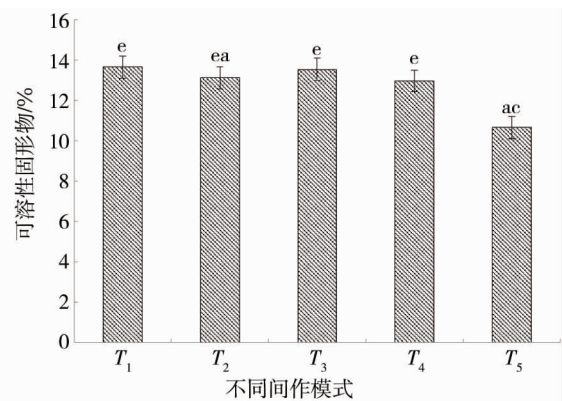


图3 不同间作模式对黄花菜叶绿素的影响

2.2 黄花菜品质对不同间作模式的响应

图4为不同间作模式对黄花菜叶片可溶性固形物的影响.由图4可知:间作模式相比单作模式(T_5)存在显著差异,间作模式可以提高黄花菜叶片可溶性固形物的含量,且不同的间作模式提高的程度不同,西瓜与黄花菜间作模式(T_1)和甘蓝与黄花菜间作模式(T_3)对黄花菜叶片可溶性固形物含量的提高最为明显.图5为不同间作模式对黄花菜叶片可溶性蛋白的影响.由图5可知:间作模式对黄花菜叶片的可溶性蛋白的影响有一定程度的提高,其中,西瓜与黄花菜间作模式(T_1)对黄花菜叶片可溶性蛋白含量的提高最为明显,其次为白菜与黄花菜间作模式(T_2)、甘蓝与黄花菜间作模式(T_3),这3种模式相比单作模式(T_5),叶片的可溶性蛋白有显著提高,而混合间作模式(T_4)与单作模



e为与 T_5 相比存在显著性差异;a为与 T_1 相比存在显著性差异;c为与 T_3 相比存在显著性差异

图4 不同间作模式对黄花菜叶片可溶性固形物的影响

式并无显著差异.图 6 为不同间作模式对黄花菜叶片可溶性糖的影响.由图 6 可知:西瓜与黄花菜间作模式(T_1)相比单作模式(T_5), T_1 模式显著提高了黄花菜叶片可溶性糖的含量,而其他 3 种间作模式(T_2, T_3, T_4)下,虽然黄花菜叶片可溶性糖的含量都有所提高,但相比单作模式(T_5)并不显著.综合图 4~图 6 的分析可以看出:间作模式对黄花菜品质有一定程度的提高,不同的间作模式对黄花菜品质提高的程度不同.

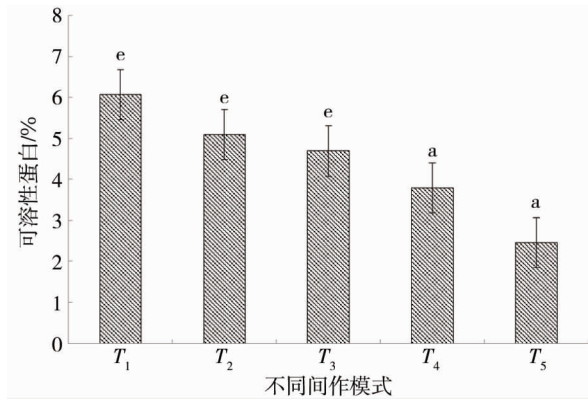


图 5 不同间作模式对黄花菜叶片可溶性蛋白的影响

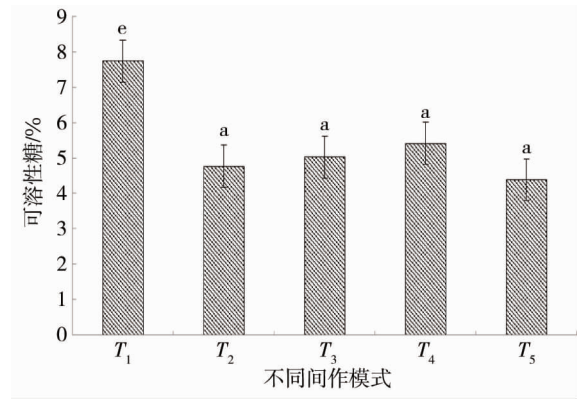


图 6 不同间作模式对黄花菜叶片可溶性糖的影响

2.3 黄花菜抗逆性对不同间作模式的响应

黄花菜抗逆性的主要衡量指标为超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)以及丙二醛(MDA).图 7 为不同间作模式对黄花菜叶片 SOD 含量的影响.由图 7 可知:间作模式对黄花菜叶片超氧化物歧化酶(SOD)的含量有促进作用,其中西瓜与黄花菜间作模式(T_1)及甘蓝与黄花菜间作模式(T_3)最为显著,而混合间作模式(T_4)与单作模式(T_5)下的黄花菜叶片 SOD 的含量并无显著差异.图 8 为不同间作模式对黄花菜叶片过氧化物酶(POD)含量的影响.由图 8 可知:相比单作模式(T_5),间作模式(T_1, T_2, T_3, T_4)下叶片的 POD 含量有显著提高,其中,西瓜与黄花菜间作模式(T_1)下叶片的 POD 含量最高.图 9 为不同间作模式对黄花菜叶片过氧化氢酶(CAT)含量的影响.由图 9 可知:不同间作模式对黄花菜叶片 CAT 的影响存在显著差异,相比单作模式(T_5),间作模式下黄花菜叶片 CAT 含量都有一定程度的提高,其中,白菜与黄花菜间作模式(T_2)对黄花菜叶片 CAT 的提高最为明显,其次为西瓜与黄花菜间作模式(T_1)及甘蓝与黄花菜间作模式(T_3),混合间作模式(T_4)与单作模式(T_5)并无显著差异.不同间作模式对黄花菜叶片丙二醛(MDA)含量的影响如图 10 所示.由图 10 可知:单作模式(T_5)下叶片的 MDA 含量最高,其次为混合间作模式(T_4),单作模式(T_5)下叶片的丙二醛(MDA)含量远高于间作模式(T_1, T_2, T_3).综合图 7~图 10 的分析结果可以看出:除了黄花菜叶片中的 MDA 含量在单作模式(T_5)下大于间作模式,其他抗逆性指标在间作模式下都高于单作模式(T_5),这也说明间作模式能够显著地提升黄花菜的大部分抗逆性指标,且不同间作模式的影响程度不同.

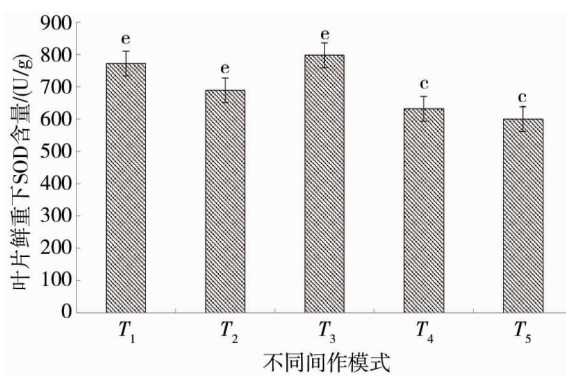


图 7 不同间作模式对黄花菜叶片 SOD 含量的影响

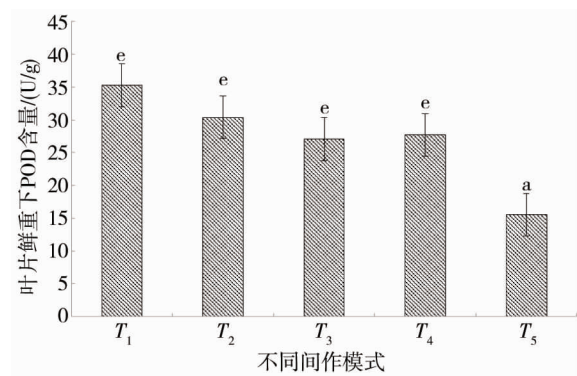
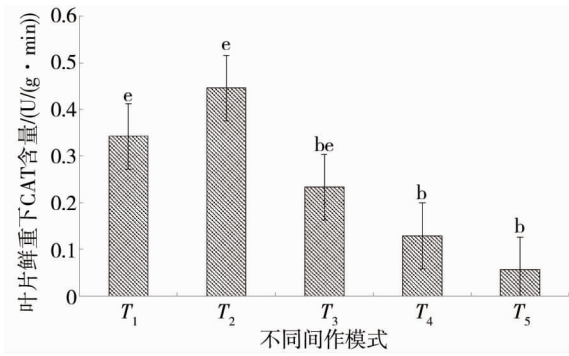


图 8 不同间作模式对黄花菜叶片 POD 含量的影响



b 为与 T₂ 相比存在显著性差异

图9 不同间作模式对黄花菜叶片 CAT 含量的影响

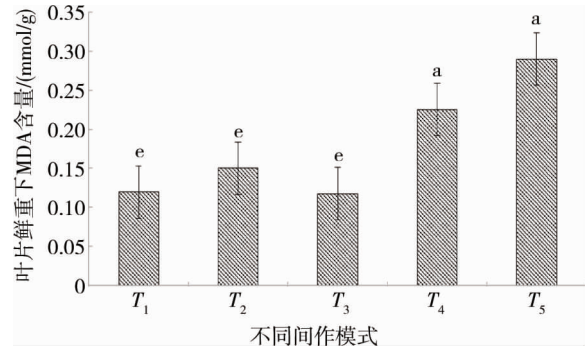


图10 不同间作模式对黄花菜叶片 MDA 含量的影响

3 结论

1) 间作模式下,黄花菜的叶宽、叶长和叶绿素含量等生长发育指标以及黄花菜的品质指标、抗逆性指标相比单作模式均有不同程度提高,这可能与黄花菜的根系分布较广,能有效吸收养分有关。

2) 多种作物共同间作增强了黄花菜根系的吸水能力,从而进一步提升黄花菜的生长发育特性、品质指标及抗逆性,这也验证了间作栽培方式是维持土壤肥力及可持续栽培的最佳耕作方式之一。

3) 间作栽培方式增强了黄花菜作物的生长发育特性,符合农业可持续绿色发展的理念,是一种值得推广和发展的重要栽培方式之一。

参考文献:

- [1] PHELPS N A, WIJAYA H B. Growth and growth constraints in craft industry clusters: The batik industries of Central Java[J]. Singapore Journal of Tropical Geography, 2020, 41(2): 248-268.
- [2] 刘伟,孙江浩,张菊华,等.基于UHPLC-LTQ-Orbitrap高分辨质谱的黄花菜中化学成分快速鉴定及裂解途径分析[J].中国食品学报, 2020, 20(9): 256-264.
- [3] 王娟,马晓艳,王通,等.预冷方式对黄花菜贮藏品质的影响[J].食品与发酵工业, 2020, 46(10): 215-221.
- [4] BRAVE S A, MATTOON R H. Explaining urban economic growth through cluster complementarity[J]. Growth and Change, 2019, 51(3): 4-33.
- [5] 马迎杰,邓海峰,许传强.3种间作植物对薄皮甜瓜植株生长、营养吸收和果实品质的影响[J].应用生态学报, 2020, 31(4): 1130-1138.
- [6] 赵雅姣,刘晓静,童长春,等.紫花苜蓿/玉米间作对紫花苜蓿结瘤固氮特性的影响[J].草业学报, 2020, 29(1): 95-105.
- [7] 韩志平,张海霞,周桂伶,等.混合盐胁迫下黄花菜生长和生理特性的变化[J].河南农业科学, 2020, 49(2): 116-122.
- [8] WU B S. Development mechanism of energy industry cluster in new normal economy[J]. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 2019, 41(23): 2853-2860.
- [9] 刘圆圆,张丽,王硕,等.氮和土著AMF对黄瓜间作土壤酶活性及氮利用的影响[J].菌物学报, 2019, 38(11): 1965-1975.
- [10] 杨娜娜,吴娜,刘吉利,等.间作模式对马铃薯叶片保护酶活性及产量的影响[J].干旱地区农业研究, 2019, 37(6): 138-144.
- [11] 刘婷婷,滕元旭,杨涛,等.玉米||棉花的作物生理特性及根系特征研究[J].干旱地区农业研究, 2019, 37(6): 160-165.
- [12] 马怡茹,魏飞,马子豪,等.连作棉田间作洋葱、孜然对棉花光合特性及根系生长的影响[J].农业资源与环境学报, 2019, 36(6): 792-797.
- [13] 赖瑞联,龙宇,程春振,等.猕猴桃果园间作模式优化构建与技术集成[J].中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(9): 1430-1439.