

DOI:10.11937/bfyy.201709005

苦豆子浸提物对伽师瓜蔗糖合成酶和酸性转化酶活性的影响

党艳青¹, 刘琛璠², 叶林^{2,3}

(1. 塔里木大学 植物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 塔里木大学 生命科学学院, 新疆 阿拉尔 843300;

3. 新疆特色农产品深加工兵团重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要:以伽师瓜幼苗为研究对象,分别采用苦豆子的不同溶剂萃取物喷施处理,测定伽师瓜叶片中蔗糖合成酶(SS)和酸性转化酶(AI)活性的变化,以期为甜瓜栽培施用苦豆子绿肥提供科学依据。结果表明:除正丁醇萃取物外,其它3种溶剂萃取物处理对伽师瓜叶片中SS和AI活性均有显著影响($P<0.05$),以伽师瓜叶片中的酶净活性(SS-AI)为指标,不同萃取物处理对伽师瓜叶片蔗糖酶净活性的影响大小为二氯甲烷>石油醚>正丁醇>空白对照>乙酸乙酯,其中,二氯甲烷处理对伽师瓜叶片中SS和AI活性影响达到极显著水平($P<0.01$), $1.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理组的SS活性在20 d达到 $4.56\text{ mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$,较空白处理组($2.10\text{ mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)提高了117.14%,而AI活性仅为 $0.71\text{ mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$,较空白对照组($1.04\text{ mg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)降低了31.73%,说明苦豆子浸提物喷施处理能够促进伽师瓜中蔗糖合成与积累。

关键词:苦豆子;蔗糖合成酶;酸性转化酶;伽师瓜

中图分类号:Q 946 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)09-0024-06

苦豆子(*Sophora alopecuroides* L.)属豆科(Leguminosae)槐属(*Sophora* Linn)多年生草本植物^[1],又名欧苦参、香豆、苦甘草和苦豆草等。苦豆子根系发达,耐盐碱、耐寒、抗旱能力强,具有防风固沙及改良土壤的作用,在我国西北的新疆、甘肃、宁夏、内蒙等地区分布广泛^[2]。苦豆子不仅是可利用的牧草和优良的固沙植物,还是重要的药用植物,其用途广泛,资源丰富,利用价值极高,其资源全国产区面积逾180万 hm^2 ,新疆苦豆子总贮量在10万t以上^[3]。

目前已有研究表明苦豆子具有杀虫、抑菌和植物生长调节等广谱活性^[4]。在西北地区,苦豆子常作为绿肥普遍使用。有报道内蒙巴盟地区利用苦豆子作为各种作物的肥料,特别是水稻的追肥和基肥,能起到很好的增产效果;在新疆民间也有利用苦豆

子作为瓜果追肥使用的传统,施过苦豆子或苦豆子沤肥的瓜果,不但可增加产量,减少病虫害,而且瓜果还特别酥脆香甜^[5];杜琳辉等^[6]在研究不同肥料对甜瓜产量和品质的影响发现,施用苦豆子绿肥的甜瓜产量高、固形物含量高,并且品质最好,认为苦豆子中含有大量有机质、氮、磷、钾(有机质15%、 K_2O 0.45%、 P_2O_5 0.09%、N 0.47%),提高了土壤养分含量,钾肥有利于作物的生殖生长,使甜瓜膨大,而氮主要是促进营养生长,从而提高了甜瓜产量和品质。近年来,也有苦豆子浸提物对作物种子萌发及化感作用方面的研究,发现苦豆子浸提物对种子萌发和化感作用均有抑制效应^[7-9];而秦学功等^[10]研究表明,苦豆子生物碱可促进黄瓜子叶与其根的形成和生长。然而鲜有文献报道苦豆子浸提物对植物蔗糖酶活性的影响,仅有一篇文献报道了苦豆子对小麦蔗糖酶的影响,王宁宇等^[11]在研究苦参碱对小麦旗叶中蔗糖磷酸合成酶活性的调节时,发现苦参碱处理后旗叶中蔗糖磷酸合成酶活性提高,同时蔗糖含量相应提高,而淀粉积累降低。在新疆地区苦豆子常常作为瓜果绿肥使用,施用苦豆子绿肥后,对瓜果作物的蔗糖酶的净活性及瓜果品质的影响方面

第一作者简介:党艳青(1984-),女,硕士研究生,研究方向为园艺植物栽培。E-mail:dyq840412@sina.com.

责任作者:叶林(1974-),男,硕士,副教授,研究方向为农产品贮藏加工及天然产物提取。E-mail:yelin1998@163.com.

基金项目:新疆特色农产品深加工兵团重点实验室资助项目(API502)。

收稿日期:2017-02-07

尚鲜见论述,因此,有必要对苦豆子浸提物对瓜果作物的蔗糖酶的影响进行相关研究。

伽师瓜是新疆优质甜瓜之一,属于晚熟品种,肉厚而脆,色美味佳,含糖量一般在13%以上,耐运输、耐贮藏、商品性好,享有很高的声誉^[7]。在伽师瓜品质中含糖量是重要指标之一,它不仅影响伽师瓜的口感和着色,还是合成有机酸、维生素、类胡萝卜素等营养成分的基础物质,并能够提高产品的贮藏性能和抗病,因此研究伽师瓜糖分积累机理对提高伽师瓜品质具有重要意义。伽师瓜中的可溶性糖主要包括蔗糖、果糖、葡萄糖,而成熟甜瓜中60%以上的可溶性糖是蔗糖,因此蔗糖含量的高低决定了甜瓜的品质。影响蔗糖代谢的酶有蔗糖磷酸合成酶(SPS)、蔗糖合成酶(SS)、酸性转化酶(AI)和中间转化酶(NI)^[8]。因此,通过测量伽师瓜生长过程中的蔗糖酶活性,可以间接掌握伽师瓜的蔗糖代谢状况。

该试验以伽师瓜幼苗为研究对象,通过喷施苦豆子提取物,监测其叶片中SS和AI活性变化,分析苦豆子提取物对伽师瓜蔗糖合成的影响,从而为甜瓜栽培施用苦豆子绿肥提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试苦豆子于2015年9月采于新疆阿拉尔市,选择无病斑、无枯枝的植株,晾干后粉碎过40目筛,4℃下贮藏备用。

供试伽师瓜“卡拉克赛”种子购于新疆昌吉新科种子有限责任公司。选取大小相近的种子,经消毒后,播于盛有一定量培养土的花盆内,选取长势一致的幼苗,用不同浓度的苦豆子提取物喷施,每4d测定1次蔗糖磷酸合成酶和蔗糖转化酶活性,每处理5次重复。

供试试剂:尿苷二磷酸葡萄糖(UDPG)、聚乙稀聚吡咯烷酮(PVPP)、羟乙基哌嗪乙磺酸(HEPES)、牛血清蛋白(BSA)均为BP级,购于北京博奥拓达科技有限公司;3,5-二硝基水杨酸、蔗糖、葡萄糖、果糖、乙二胺四乙酸、氯化镁、氢氧化钠、间苯二酚、硫酸、吐温80等均为分析纯试剂。

供试仪器:AR2140电子天平(梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司);RE-52AA旋转蒸发仪(上海亚荣生化仪器厂);CTXG-10B超声循环提取机(北京弘祥隆生物技术开发有限公司);TGL-16C高速离心机(上海安亭科学仪器厂);752紫外可见分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司)。

1.2 试验方法

称取1.3 kg苦豆子粉,按照料液比为1:10的比例添加95%乙醇,提取条件为:搅拌转速1 600 r·min⁻¹,提取温度60℃,时间30 min,提取3次,然后减压过滤,合并滤液,在55℃下减压浓缩,挥去乙醇,冷冻干燥获得210.7 g乙醇提取物;将乙醇提取物全部溶于400 mL蒸馏水中,分别用500 mL石油醚萃取3次,合并石油醚层,在40℃下减压浓缩,获得60 g石油醚萃取物;石油醚萃取余液分别用500 mL二氯甲烷萃取3次,二氯甲烷层在45℃减压浓缩获得11.5 g样品;二氯甲烷萃取余液分别用500 mL乙酸乙酯萃取3次,在50℃下减压浓缩获得6.1 g乙酸乙酯萃取物;乙酸乙酯萃取余液分别用500 mL正丁醇萃取3次,在65℃下减压浓缩挥去溶剂,冷冻干燥获得14.0 g正丁醇萃取物。

1.3 项目测定

1.3.1 蔗糖磷酸合成酶活性的测定 参照赵智中等^[12]的方法,并稍作修改。称取0.5 g剪碎的叶片样品,在5 mL 50 mmol·L⁻¹ HEPES-NaOH(pH 7.5)、50 mmol·L⁻¹ MgCl₂、2 mmol·L⁻¹ EDTA、0.2% BSA、2% PVPP的介质中匀浆,匀浆后过滤,滤液经10 000 r·min⁻¹离心10 min。取50 μL粗酶液依次加入50 μL HEPES-NaOH缓冲液、20 μL 50 mmol·L⁻¹ MgCl₂、20 μL 100 mmol·L⁻¹ UDPG、20 μL 100 mmol·L⁻¹ 果糖,30℃反应10 min后,加入200 μL 2 mol·L⁻¹ NaOH终止反应,沸水煮10 min,流水冷却,加入1 mL 30%硫酸和0.5 mL 0.1%间苯二酚,摇匀后置于80℃水浴保温10 min,加入2 mL水,冷却后置于480 nm比色测定,蔗糖磷酸合成酶的活性以(mg·h⁻¹·g⁻¹)表示。

1.3.2 蔗糖酸性转化酶活性的测定 参照赵智中等^[12]的方法,并稍作修改。称取1 g样品剪碎后,在冰浴中匀浆,定容至100 mL,在4℃下浸提3 h,4 000 r·min⁻¹离心15 min,上清液即粗酶液。取2 mL酶液,移入试管中,再加入pH 6.0的缓冲液5 mL及10%蔗糖溶液1 mL,在37℃水浴中保温30 min,采用3,5-二硝基水杨酸法测定还原糖,以煮沸10 min钝化酶作对照。在540 nm波长下测定的OD值,蔗糖酸性转化酶的活性以(mg·h⁻¹·g⁻¹)表示。

2 结果与分析

2.1 石油醚萃取物对SS和AI活性的影响

称取一定量的石油醚萃取物,溶解于0.2%吐

温 80 水溶液中,分别配制成 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 g·L⁻¹ 的石油醚萃取物溶液,经喷施处理后,测定伽师瓜叶子中 SS 和 AI 活性(图 1、2)。

由图 1 可以看出,伽师瓜叶片中 SS 活性随时间增加而增强($P<0.05$)。在试验范围内,0.5 g·L⁻¹ 处理组的 SS 活性与对照无显著差异($P>0.05$),可能是由于处理浓度较低;1.0、1.5 g·L⁻¹ 处理组的 SS 活性都随时间增加而显著提高($P>0.05$),其中 1.5 g·L⁻¹ 处理组的 SS 活性在第 20 天达到最高(3.18 mg·h⁻¹·g⁻¹),较空白组(2.10 mg·h⁻¹·g⁻¹) 提高了 51.43%;2.0、2.5 g·L⁻¹ 处理组在 12 d 时 SS 活性达到最大,分别达到了 2.21、1.97 mg·h⁻¹·g⁻¹,而 12 d 后酶活性开始下降,可能由于处理浓度过高,产生了抑制作用。

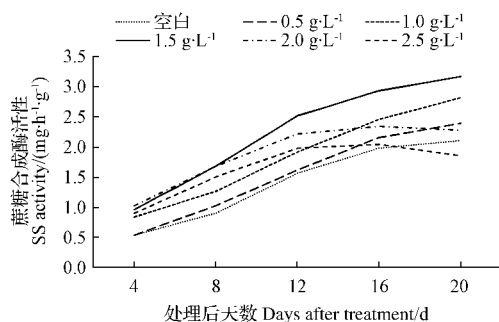


图 1 石油醚提取物对伽师瓜叶片中 SS 活性的影响

Fig. 1 Effect of petroleum ether extraction on the SS activity of Jiashi melon's leaves

图 2 显示,伽师瓜叶片中 AI 活性也随时间增加而增强($P<0.05$),除 2.0、2.5 g·L⁻¹ 处理组外,0.5、1.0、1.5 g·L⁻¹ 处理组均能显著降低伽师瓜叶片中 AI 活性($P<0.05$),其中,1.0 g·L⁻¹ 处理组对 AI 活性抑制效果最明显,在第 20 天仅为 0.47 mg·h⁻¹·g⁻¹,较

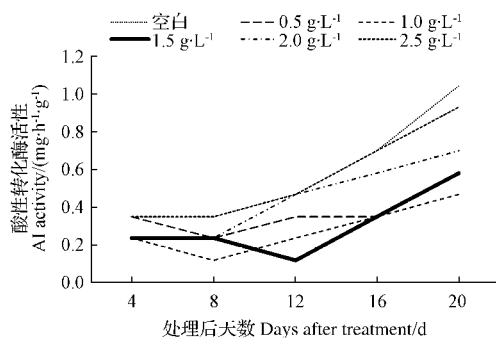


图 2 石油醚提取物对伽师瓜叶片中 AI 活性的影响

Fig. 2 Effect of petroleum ether extraction on the AI activity of Jiashi melon's leaves

空白对照组 1.04 mg·h⁻¹·g⁻¹ 降低了 54.80%。而 1.5 g·L⁻¹ 处理组的 AI 活性在第 20 天为 0.71 mg·h⁻¹·g⁻¹,较空白对照组(1.04 mg·h⁻¹·g⁻¹) 降低了 31.73%。说明适宜浓度的石油醚提取物喷施处理能够抑制伽师瓜叶片中 AI 活性,可能有利于伽师瓜中蔗糖的积累。

2.2 二氯甲烷萃取物对 SS 和 AI 活性的影响

称取一定量的二氯甲烷萃取物,溶解于 0.2% 吐温 80 水溶液中,分别配制成 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 g·L⁻¹ 的二氯甲烷萃取物溶液,经喷施处理后,测定伽师瓜叶子中 SS 和 AI 活性(图 3、4)。

由图 3 可知,伽师瓜叶片中 SS 活性随时间增加而增强($P<0.05$)。在试验范围内,1.0、1.5、2.0 g·L⁻¹ 处理组能够显著提高伽师瓜叶片中 SS 活性($P<0.01$),1.5 g·L⁻¹ 处理组叶片中 SS 活性在第 20 天达到最高(4.56 mg·h⁻¹·g⁻¹),较空白组(2.10 mg·h⁻¹·g⁻¹) 提高了 117.14%,而 1.0、2.0 g·L⁻¹ 处理组的 SS 活性在第 20 天较空白组也分别提高了 48.57% 和 59.52%。而 0.5、2.5 g·L⁻¹ 处理组的 SS 活性与空白组间无显著差异($P>0.05$),可能是由于处理浓度过低或过高,对伽师瓜叶片中 SS 活性的影响均不显著。这说明适宜浓度的二氯甲烷萃取处理,能够提高伽师瓜叶片中 SS 活性,有利于伽师瓜中蔗糖的生物合成。

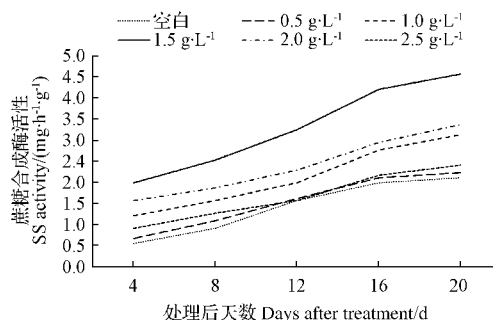


图 3 二氯甲烷提取物对伽师瓜叶片中 SS 活性的影响

Fig. 3 Effect of dichloromethane extraction on the SS activity of Jiashi melon's leaves

由图 4 可知,在处理第 4 天,0.5、1.0、2.0、2.5 g·L⁻¹ 处理组的 AI 活性显著低于空白对照组($P<0.05$),而 1.5 g·L⁻¹ 处理组与空白对照组的 AI 活性差异不显著($P>0.05$);在第 8 天时,1.0、2.5 g·L⁻¹ 处理组的 AI 活性仍然显著低于空白对照组($P<0.05$),0.5、1.5 g·L⁻¹ 处理组与空白对照组的 AI 活性无显著差异($P>0.05$),而 2.0 g·L⁻¹ 处理组显著高于空白对照组的 AI 活性($P<0.05$);

在第 12 天时,除 $2.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组与空白对照组的 AI 无显著差异外($P>0.05$),其余各处理组的 AI 均显著低于空白对照组($P<0.05$);在 16 d 以后,所有处理组的 AI 活性均显著低于空白对照组($P<0.05$),在二氯甲烷萃取物处理后的伽师瓜叶片中 AI 活性显著低于空白对照组($P<0.05$)。其中, $2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组在第 20 天的 AI 活性为 $0.47 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$,较空白对照组($1.04 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)降低了 48.73%;而 $1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性在处理 16 d 后出现明显的上升。在试验范围内,二氯甲烷萃取物处理浓度与伽师瓜叶片中 AI 活性之间的剂量关系不明显,但总的来看,适宜浓度的苦豆子二氯甲烷萃取物处理能够降低伽师瓜叶片中 AI 活性。

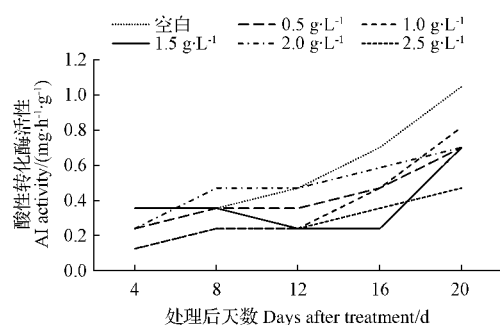


图 4 二氯甲烷萃取物对伽师瓜叶片中 AI 活性的影响

Fig. 4 Effect of dichloromethane extraction on the AI activity of Jiashi melon's leaves

2.3 乙酸乙酯萃取物对 SS 和 AI 活性的影响

称取一定量的乙酸乙酯萃取物,溶解于 0.2% 吐温 80 水溶液中,分别配制成 0、0.5、1.0、1.5、2.0、 $2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的乙酸乙酯萃取物溶液,经喷施处理后,测定伽师瓜叶子中 SS 和 AI 活性(图 5、6)。

由图 5 可知,在处理第 4 天,不同浓度的乙酸乙酯萃取物处理组与空白对照组的 SS 活性之间无显著差异($P>0.05$);在第 8 天时,除 $2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 SS 活性显著低于空白对照组外($P<0.05$),其余各组的 SS 活性与空白对照组之间仍无显著差异($P>0.05$);而当 12 d 及以后,所有乙酸乙酯萃取物处理组的 SS 活性均显著低于空白对照组($P<0.05$)。其中, 1.5 、 2.0 、 $2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 SS 活性下降尤为明显, $2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 SS 活性在 20 d 时仅为 $0.72 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$,较空白组降低了 65.71%。说明苦豆子乙酸乙酯萃取物中含有抑制 SS 活性的化合物,不利于伽师瓜中蔗糖的生物合成,并且其抑制效果与萃取物之间存在明显的量效负相关关系。

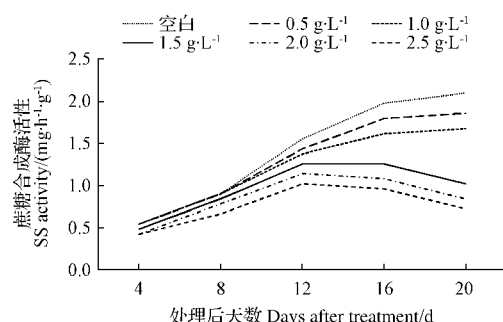


图 5 乙酸乙酯萃取物对伽师瓜叶片中 SS 活性的影响

Fig. 5 Effect of ethyl acetate extraction on the SS activity of Jiashi melon's leaves

由图 6 可以看出,在处理第 4 天,0.5、 $2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组与空白对照组的 AI 活性之间无显著差异($P>0.05$),而 1.0、1.5、 $2.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著低于空白对照组($P<0.05$);第 8 天时,除 1.0、 $1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著低于空白对照组外($P<0.05$),其余各组与空白对照组的 AI 活性之间无显著差异($P>0.05$);第 12 天时, $2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著高于空白对照组外($P<0.05$),1.5、 $2.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性与空白对照组无显著差异($P>0.05$),0.5、 $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著低于空白对照组($P<0.05$);第 16 天时,0.5、 $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性仍然显著低于空白对照组($P<0.05$), $1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性与空白对照组无显著差异($P>0.05$), 2.0 、 $2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著高于空白对照组外($P<0.05$);第 20 天时,0.5、1.0、 $1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著低于空白对照组($P<0.05$), $2.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性与空白对照组无显著差异($P>0.05$), $2.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著高于空白对照组外($P<0.05$)。从现有结果来看,高

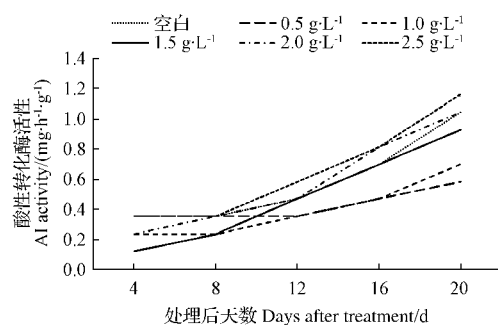


图 6 乙酸乙酯萃取物对伽师瓜叶片中 AI 活性的影响

Fig. 6 Effect of ethyl acetate extraction on the AI activity of Jiashi melon's leaves

浓度的苦豆子乙酸乙酯萃取物能够提高伽师瓜叶片中 AI 的活性,不利于伽师瓜中蔗糖的积累。

2.4 正丁醇提取物对 SS 和 AI 活性的影响

称取一定量的正丁醇萃取物,溶于蒸馏水中,分别配制成 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 正丁醇提取物溶液,经喷施处理后,测定伽师瓜叶子中 SS 和 AI 活性(图 7、8)。

由图 7 可知,在处理第 4 天,所有处理组与空白对照组的 SS 活性之间差异不显著($P>0.05$);第 8 天时,除 1.0、1.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 SS 活性显著高于对照组外($P<0.05$),其余各组与对照组的 SS 活性之间仍无显著差异($P>0.05$);第 12 天时,除 1.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 SS 活性显著高于对照组外($P<0.05$),其余各组与对照组的 SS 活性之间仍无显著差异($P>0.05$);第 16 天时,1.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 SS 活性仍然显著高于对照组($P<0.05$),0.5、1.0、2.0 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组与空白对照的 SS 活性之间仍然无显著差异($P>0.05$),而 2.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 SS 活性显著低于空白对照组($P<0.05$);第 20 天时,除 1.0 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 1.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 SS 活性显著高于对照组外($P<0.05$),其余各组与对照组的 SS 活性之间无显著差异($P>0.05$)。从现有试验结果来看,适宜浓度苦豆子正丁醇萃取物处理能够提高伽师瓜叶片中 SS 活性,但与石油醚和二氯甲烷萃取物比较,其影响相对较弱,并且高浓度正丁醇萃取物处理还可能降低伽师瓜叶片中 SS 活性。

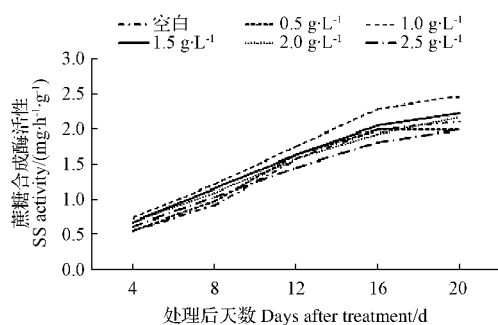


图 7 正丁醇提取物对伽师瓜叶片中 SS 活性的影响

Fig. 7 Effect of n-butanol extraction on the SS activity of Jiashi melon's leaves

由图 8 可以看出,在处理第 4 天时,除 0.5、2.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著高于空白对照组外($P<0.05$),其余各组均显著低于空白对照组的 AI 活性($P>0.05$);第 8 天时,0.5、2.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 仍然显著高于空白对照组($P<0.05$),1.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组与空白对照的 AI 活性之间无显

著差异($P>0.05$),1.0、2.0 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著低于空白对照组($P<0.05$);第 12 天时,除 1.0、2.0 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著低于空白对照组外($P<0.05$),其余各组均显著低于空白对照组的 AI 活性($P>0.05$);第 16 天时,0.5、1.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著高于空白对照组外($P<0.05$),2.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组与空白对照的 AI 活性之间无显著差异($P>0.05$),1.0、2.0 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性仍显著低于空白对照组($P<0.05$);第 20 天时,1.0、2.0、2.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著低于空白对照组($P<0.05$),1.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组与空白对照的 AI 活性之间无显著差异($P>0.05$),0.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 AI 活性显著高于空白对照组外($P<0.05$)。在现有试验范围内,苦豆子正丁醇萃取物对伽师瓜叶片中 AI 活性影响无明显的规律性,可能会对伽师瓜叶片中 AI 活性有抑制作用。

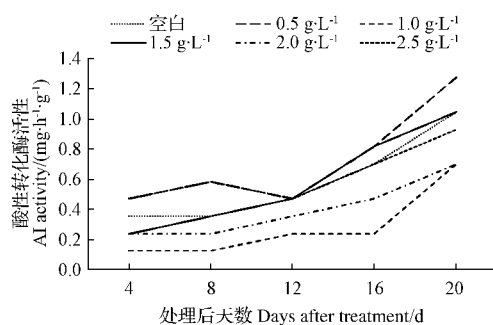


图 8 正丁醇提取物对伽师瓜叶片中 AI 活性的影响

Fig. 8 Effect of n-butanol extraction on the AI activity of Jiashi melon's leaves

3 结论

在试验范围内,所有处理组的 SS 和 AI 活性都是随时间增加而增强,并且酶的净活性 = $\text{SS} - \text{AI} > 0$,表明伽师瓜生长过程中蔗糖在不断积累。并且苦豆子不同溶剂萃取物处理会显著影响伽师瓜叶片中的酶的净活性($P<0.05$),其影响大小关系为:二氯甲烷>石油醚>正丁醇>空白对照>乙酸乙酯。其中,二氯甲烷萃取物处理对伽师瓜叶片中 SS 和 AI 活性达到极显著水平($P<0.01$),1.5 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 处理组的 SS 活性在 20 d 达到 $4.56 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$,较空白处理组($2.10 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)提高了 117.14%,而 AI 活性仅为 $0.71 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$,较空白对照组($1.04 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$)降低了 31.73%,说明苦豆子浸提物喷施处理能够促进伽师瓜中蔗糖合成与积累。而乙酸乙酯萃取物喷施处理会降低伽师瓜中蔗

糖酶的净活性。但是苦豆子中乙酸乙酯萃取部分仅占了总萃取物的 6.66%,其含量相对较低,对伽师瓜蔗糖酶的净活性影响可能较小,而二氯甲烷和石油醚萃取部分占了 78.06%,并且均能增加伽师瓜蔗糖酶的净活性。说明喷施苦豆子浸提物有可能促进伽师瓜中蔗糖的生物合成与积累,或许可用于解释生产中使用苦豆子绿肥改善甜瓜品质和增加固形物含量的原因。但是苦豆子中浸提物对伽师瓜蔗糖酶的影响机理仍不清楚,尤其是苦豆子中哪些化合物会影响伽师瓜蔗糖酶的活性值得进一步研究。此外,盆栽试验的结果可能与生产实际存在较大差异,有必要开展苦豆子浸提物的田间试验,进一步证实苦豆子浸提物对伽师瓜中蔗糖酶活性的影响,为充分利用苦豆子资源及提高伽师瓜品质的栽培技术提供参考依据。

参考文献

- [1] 朱金霞. 不同产地苦豆子中主要有效成分的比较研究[J]. 时珍国医国药, 2012, 23(2): 335-336.
- [2] 阳翠, 杨飞, 马宏伟, 等. 苦豆子种质资源调查及种子生物学特性研究[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(7): 817.
- [3] 王淑华. 苦豆子中有效成分提取工艺的研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2012.
- [4] 李艳艳, 冯俊涛, 张兴, 等. 苦豆子化学成分及其生物活性研究进展[J]. 西北农业学报, 2005, 14(2): 133-136.
- [5] 何文革, 李兴莲. 苦豆子的应用及其在农业领域的开发前景[J]. 牧草与饲料, 2008(11): 34-35.
- [6] 杜琳辉, 西尔巴克, 冶海. 不同肥料对甜瓜产量及品质的影响[J]. 中国西瓜甜瓜, 2003(6): 2-4.
- [7] 闫兴富, 方苏, 杜茜. 苦豆子浸提物对沙棘和枸杞种子萌发的化感效应[J]. 中国种业, 2011(3): 30-32.
- [8] 吕笃康, 巴音山, 刘影, 等. 苦豆子浸出液对高羊茅种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 新疆农业科学, 2012, 49(8): 1477-1482.
- [9] 周立彪, 闫兴富, 石淳. 苦豆子浸提物对老瓜头种子萌发的化感作用[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(5): 499-501.
- [10] 秦学功, 马忠海, 元英进. 苦豆子生物碱的农用活性初步研究[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2002, 20(3): 340-344.
- [11] 王宁宁, 朱建新, 王淑芳, 等. 苦参碱对小麦旗叶中蔗糖磷酸合成酶活性的调节[J]. 南开大学学报(自然科学版), 2000, 33(1): 19-22.
- [12] 赵智中, 张上隆, 徐昌杰. 蔗糖代谢相关酶在温州蜜柑果实糖积累中的作用[J]. 园艺学报, 2001, 28(2): 112-118.

Effects of Solvent Extracts From *Sophora alopecuroides* L. on Sucrose Synthase and Acid Invertase Activities of Jiashi Melon

DANG Yanqing¹, LIU Chenfan², YE Lin^{2,3}

(1. College of Plant Sciences, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300; 2. College of Life Sciences, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300; 3. Construction Corps Key Laboratory of Special Agricultural Products Further Processing in Southern Xinjiang, Alar, Xinjiang 843300)

Abstract: The seedlings of Jiashi melon were taken as experiment materials. After spraying extracts from *Sophora alopecuroides* L. on Jiashi melon seedlings, the activity of sucrose synthase and acid invertase of Jiashi melon leaves were determined. The results showed that all the extracts, except for n-butanol extract, could obviously affect the SS and AI activities ($P < 0.05$). The net enzyme activity (SS-AI) was taken as reference index, and the effect of the net enzyme activity among all treatment groups were as follow, dichloromethane, petroleum ether, n-butanol, blank control, ethyl acetate. Moreover, the effects of SS and AI activities reached extremely significant difference by spraying dichloromethane extracts ($P < 0.01$). The SS activity of treatment group, $1.5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ dichloromethane extracts, reached the highest $4.56 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ at the 20 days. Comparing with the blank group ($2.10 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$), the activity of SS was promoted 117.14%. Meanwhile, the activity of AI was just $0.71 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$. Comparing with the blank group ($1.04 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$), the activity of AI was lowered 31.73%. In all, these results demonstrated that some compounds of the extracts from *Sophora alopecuroides* L. could enhance the sucrose synthesis and accumulation of Jiashi melon.

Keywords: *Sophora alopecuroides* L.; sucrose synthase(SS); acid invertase(AI); Jiashi melon