

马晓丽,向芊芊,袁项成,等.青脆李不同枝类在幼果期和成熟期的矿质元素含量比较[J].江苏农业科学,2021,49(1):126-130.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.01.022

青脆李不同枝类在幼果期和成熟期的矿质元素含量比较

马晓丽¹,向芊芊¹,袁项成¹,邹祥明²,郭江瑜¹,刘雪峰¹

(1.重庆三峡农业科学院,重庆万州 404155;2.重庆市巫山县植保站,重庆巫山 401121)

摘要:以青脆李(*Prunus salicina* Lindl.)为试验材料,研究不同类型枝条叶片在幼果期和成熟期矿质元素含量,为青脆李果实发育进程中叶片营养诊断和指导施肥提供理论依据。结果表明,从幼果期到成熟期不同枝类叶片营养元素含量变化差异很大,以从大到小的顺序为叶丛枝>短枝>中长枝>长枝>营养枝,大量和中量元素变化幅度较微量元素大,随着果实发育,叶片营养元素含量变化规律为 N、P、K、B 呈降低趋势,Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn 呈增长趋势。营养枝是坐果后的最佳采样枝类,果实发育过程中,应该着重补充 N、P、K、Ca 和 B,同时注意协调补充 Mg、Mn、Zn 和 Fe。

关键词:青脆李;枝条类型;矿质元素;幼果期;成熟期

中图分类号:S662.301 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)01-0126-04

青脆李(*Prunus salicina* Lindl.)原产云南,广泛分布在我国西南省份,有着悠久的栽培历史,适应性和抗逆性均相当强。矿质元素是果树的主要营养成分,是果树生长发育、产量和品质形成的物质基础。对多年生果树来说,根据叶片矿质营养状况可以对果树进行营养诊断,比土壤分析诊断更有效^[1-2],但有研究发现,不同的采样部位叶片营养含量差异较大^[3],因此,以叶分析为目的的营养诊断,叶样所处的部位要有代表性,才能正确反映树体的营养水平。果实生长发育期是果实产量和品质形成的关键时期,明确果实生长发育进程中青脆李主要矿质营养元素含量的变化规律,有助于全面系统地了解青脆李果实发育过程中对矿质营养的需求,对科学施肥和提高青脆李产量和品质具有重要意义。

果实发育历程中,果实是树体的生长中心,亦是矿质元素和光合产物的分拨中心,所以,果实与距离其最近的健康叶片存在较强的库-源关系^[4],因此,研究与果实距离最近的叶片矿质含量在果实发育期的变化,对于指导果树坐果后合理施肥具有重要的实践意义。目前有很多对果树矿质营养研

究的报道^[5-8],但大多集中在矿质元素在植物叶片中的年周期变化和不同地区果树矿质营养分析,很少考虑各矿质元素在不同类型枝条中的分布规律,特别是李树结果后矿质元素含量变化的研究更少。本试验以青脆李为试材,研究在幼果期和成熟期时叶丛枝、短枝、中长枝、长枝和营养枝中矿质元素含量的差异和变化,旨在为坐果后叶片营养诊断时采样部位的选择和指导施肥提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地在重庆市万州区分水镇石碾村,属于亚热带季风湿润带,日照充足,四季分明,雨量充沛,无霜期长。年平均气温 17.7℃,年平均日照时数 1 484.4 h,年平均降水量 1 243 mm。试验地土壤为平地红色沙土,其基本理化性质:pH 值 5.83,有机质含量 22.80 g/kg,碱解氮含量 93.88 mg/kg,有效磷含量 23.75 mg/kg,速效钾含量 99.51 mg/kg,交换性钙含量 1 270.00 mg/kg,交换性镁含量 205.00 mg/kg,有效锌含量 1.61 mg/kg,有效铁含量 7.77 mg/kg,有效锰含量 8.37 mg/kg,有效铜含量 0.81 mg/kg,有效硼含量 0.58 mg/kg。试验采样期内未施任何肥料。

1.2 试验材料

试验选用重庆市万州区分水镇 8 年生青脆李作为研究对象,株行距 3 m×4 m。于 2018 年青脆李幼果期(6 月中下旬)和成熟期(8 月下旬)分别选择

收稿日期:2020-05-26

基金项目:重庆市技术创新与应用发展专项面上项目(编号:cstc2019jscx-msxmX0405)。

作者简介:马晓丽(1991—),女,四川简阳人,硕士,助理研究员,主要从事果树栽培配套关键技术与推广工作。E-mail:545298645@qq.com。

通信作者:刘雪峰,硕士,助理研究员,主要从事果树栽培配套关键技术与推广工作。E-mail:1152753665@qq.com。

长势一致、果实数量相近的树体,选择树冠外围和中部健康枝条,按照新梢长度分为叶丛枝、短枝(<5 cm)、中枝(5~15 cm)、长枝(15~30 cm)、营养枝(>30 cm)5种枝类,每种枝取树冠外围健康叶。单株小区,3次重复。

1.3 测定方法

洗涤后置于 105 ℃ 烘箱中杀酶 20 min, 后在 70~80 ℃ 下烘干。用不锈钢植物磨碎机磨碎之后过 0.25 mm 孔径筛, 贮于干燥器中待测。采用 $\text{H}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}_2$ 消煮后, N 含量使用凯式定氮法测定, P 含量使用钼锑钒比色法^[9]测定; Ca、Mg、K、Mn、Zn、Fe、Cu 含量的测定采用干灰化法, 以原子吸收分光光度计测定; B 含量用干灰化-甲亚胺比色法^[10]进行测定。

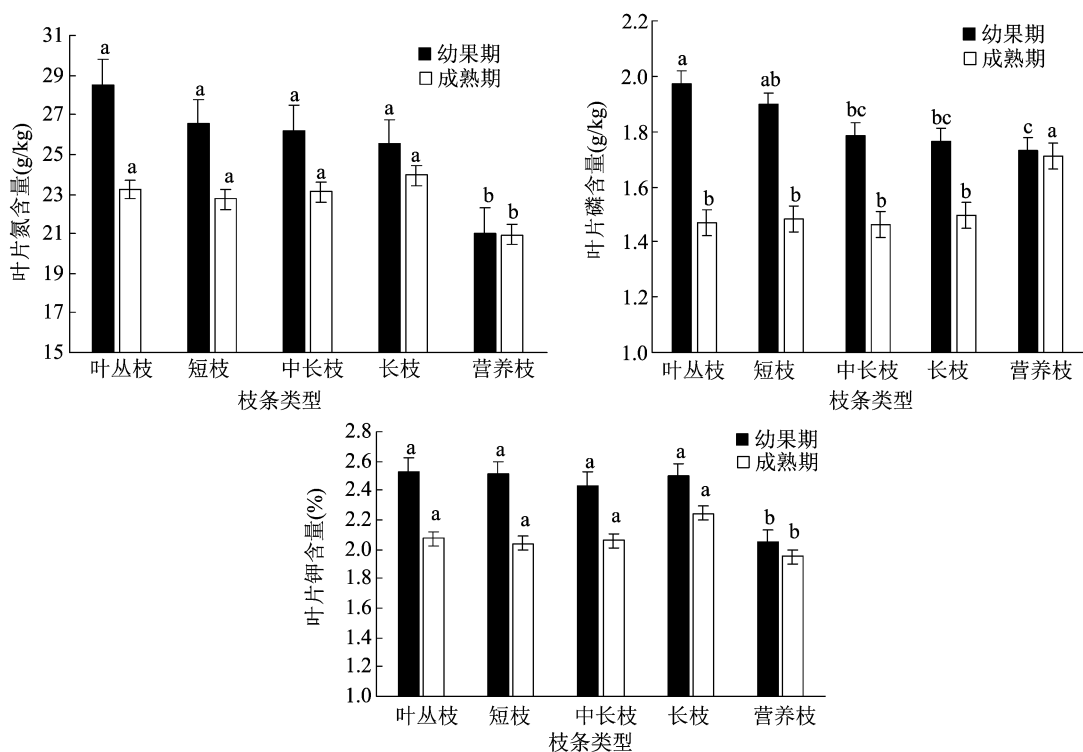
1.4 数据处理与分析

数据用 Excel 2010 软件进行处理并绘制图表, 差异显著性采用 SPSS 18.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 青脆李幼果期和成熟期不同类型枝条叶片大量元素含量比较

由图 1 可以看出, 幼果期和成熟期, 叶片 N 和 K 含量在不同类型枝条中分布规律均一致, 即各结果枝中均无显著差异, 但显著高于营养枝中含量, 而叶片 P 含量在不同类型枝条上则在幼果期时表现出叶丛枝>短枝>中长枝>长枝>营养枝, 成熟期时则以营养枝中含量最高, 显著高于结果枝中含量, 各结果枝中含量无显著差异。



柱上不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。下图同
图1 青脆李幼果期和成熟期不同类型枝条叶片中大量元素含量

分析幼果期到成熟期青脆李不同类型枝条叶片上各大量元素含量的变化可以看出, 成熟期时各大量元素在不同类型枝条上的含量均有一定程度地降低, 降低幅度均以叶丛枝中最大, 其次是短枝, 然后中长枝、长枝, 营养枝中降低最少, 几乎无变化。

2.2 青脆李幼果期和成熟期不同类型枝条叶片微量元素含量比较

由图 2 可以看出, 幼果期和成熟期青脆李叶片 Ca、Mg 含量在不同类型枝条中的分布规律一致, 均

表现出叶丛枝>短枝>中长枝>长枝>营养枝。幼果期到成熟期不同类型枝条叶片中 Ca 含量均表现出一定程度的增加; 不同枝条叶片 Mg 含量变化则不明显, 结果枝上幼果期到成熟期含量稍有增加, 营养枝中稍有降低。

2.3 青脆李幼果期和成熟期不同类型枝条叶片微量元素含量比较

由图 3 可以看出, 幼果期和成熟期, 叶片 Fe、Mn 和 B 含量均表现出叶丛枝>短枝>中长枝>长枝>

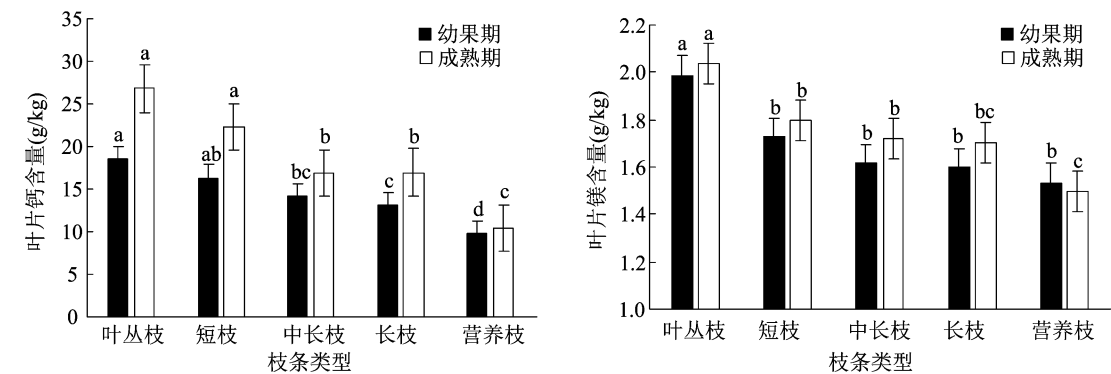


图2 青脆李幼果期和成熟期不同类型枝条叶片中量元素含量

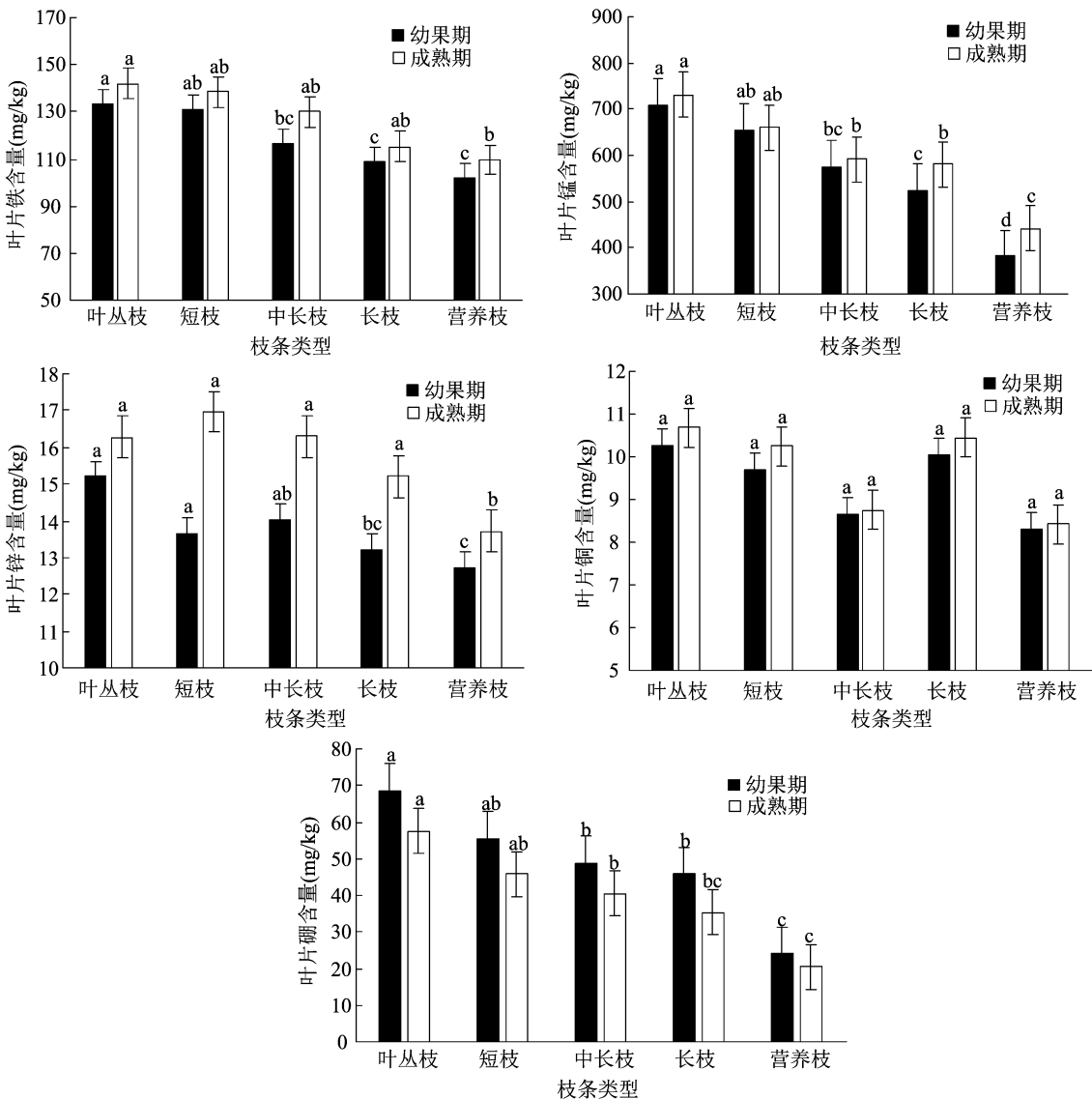


图3 青脆李幼果期和成熟期不同类型枝条叶片微量元素含量

营养枝。而不同类型枝条叶片中 Zn 含量则在成熟期时结果枝显著高于营养枝,幼果期时则表现出叶丛枝>中长枝>>短枝>长枝>营养枝。不同类型枝条叶片 Cu 含量则在幼果期和成熟期均无显著

差异。
分析幼果期到成熟期青脆李不同类型枝条叶片上各微量元素含量变化可以看出,成熟期时不同类型枝条叶片中 B 含量均较幼果期有一定程度的

降低,而 Fe、Mn、Zn 和 Cu 元素则存在一定程度的增加。

3 讨论与结论

选择不同采样时期和采样部位,果树叶片营养分析的结果也会有差异^[11]。已有的研究报道中,未见青脆李不同枝类叶片矿质营养含量差异的专门研究,谢鹏等对板栗燕山早丰不同类型枝条在花期和幼果期的矿质元素含量进行比较研究^[12],刘小勇等对苹果不同类型枝条上叶片营养含量的年周期变化及营养诊断方法进行研究^[3],本研究中青脆李不同枝类叶片矿质营养差异与之一致。本试验结果表明,青脆李不同枝条类型在幼果期和成熟期叶片营养元素含量变化有较大差异,从幼果期到成熟期,树冠外围的叶丛枝、短枝、中枝、长枝以及营养枝中各矿质元素含量呈现出基本相似的变化趋势,其中含量变化从大到小的顺序为叶丛枝 > 短枝 > 中枝 > 长枝 > 营养枝,说明在果实发育期营养枝上叶片矿质元素最为稳定,营养枝是果实发育期叶分析的最佳采样枝条类型。

氮元素是植物体内叶绿素、维生素、生物碱、蛋白质等主要有机含氮化合物的重要组成成分^[13],还能提高蔗糖合成酶的活性,磷是核酸和核蛋白的结构元素,是遗传和能量代谢的必需物质^[14],钾是多类酶的活化剂,参与蛋白质代谢、糖代谢及核酸代谢等生物化学过程,同时能提高植物对氮元素的吸收和利用^[15]。本研究发现在不施肥的情况下,青脆李各枝类中大量元素 N、P、K 含量均表现出较大程度的降低,应该是果实中淀粉、总糖和蛋白质在膨大期大量积累消耗了叶片中 N、P、K 元素,生产上应提前在这时期追施氮磷钾肥料,及时补充树体营养。

本研究发现幼果期到成熟期,叶片中 Ca 含量存在一定程度的增加,但 Mg 含量增加不明显,营养枝中 Mg 含量甚至出现一定的降低,分析原因可能是进入膨大期,果实干物质迅速积累,与着生果实节位的叶片有较强的库-源关系^[16],引起叶片中 Ca 含量的迅速升高,从而满足果实对光合产物的需求。Mg 含量增加不明显,可能是因为 Mg 元素为叶绿素中心元素,幼果期时叶绿素已经成熟,而营养枝中有所降低,可能是 Mg 元素容易移动,从营养枝转移到幼嫩部位。

本试验中随着果实发育的推进,叶片 Fe、Zn 和 Mn 含量呈上升趋势,可能是因为 Fe 和 Mn 元素是

构成叶绿素和保持叶绿体正常结构的必需元素,参与光合作用的光合放氧过程,Zn 是多种酶活成分,参与光合作用和有机物的转运,对果实后期糖积累有着重要作用,且在植物体内不易移动^[17];与李广会等对板栗结果枝叶片矿质营养进入果实发育期 B 含量呈上升趋势的研究^[18]不同,本试验发现随着果实发育的进程,叶片 B 含量呈下降趋势,与肖家欣对纽荷尔果实膨大期,叶片 B 含量显著下降的研究^[19]一致,分析出现不同的原因可能是 B 在不同植物体内的移动性不同,目前已能够确定梨、苹果、柑橘和李等属是 B 高移动性植物,B 以二元醇和多元醇为光合作用初产物自由移动。

综上所述,营养枝是果实发育期叶分析的最佳采样枝条类型。不同矿质元素对果实发育均发挥着重要的功能,但应该着重补充 N、P、K、Ca 和 B,这些元素消耗量较大,对产量和品质提升较为重要,同时注意协调补充 Mg、Mn、Zn 和 Fe。

参考文献:

- [1] Jones J B. Plant nutrition manual [M]. Washington D C: CRC Press, 1998: 1-49.
- [2] Wardlaw I F T. The control of carbon partitioning in plants [J]. New Phytologist, 1990, 116 (3): 341-381.
- [3] 刘小勇, 王发林, 张 坤, 等. 两个苹果品种不同枝类叶营养含量年周期变化及营养诊断方法研究 [J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20 (2): 481-489.
- [4] 李合生. 现代植物生理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [5] 夏春金, 郭小平, 郭永丰, 等. 永泰李农业地质背景与李叶片营养诊断 [J]. 福建地质, 1998 (2): 85-93.
- [6] 马晓丽, 王 进, 关 睢, 等. 施镁对缺镁葡萄叶片和果实矿质元素含量的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2017 (6): 117-121.
- [7] 张 磊, 张宏建, 孙林林, 等. 基于叶片营养诊断的苹果园果树精准施肥模型研究 [J]. 中国土壤与肥料, 2019 (6): 212-222.
- [8] 叶廷红, 张 赓, 李小坤. 水稻锌营养及锌肥高效施用研究进展 [J]. 中国土壤与肥料, 2019 (6): 1-6.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 67-72.
- [10] 曹玉明. 甲亚胺比色法测“3414”实验油菜籽粒和秸秆全氮的改良与应用 [J]. 安徽农学通报, 2012, 18 (7): 47-48.
- [11] 李港丽, 苏润宇, 沈 隽. 几种落叶果树叶内矿质元素含量标准值的研究 [J]. 园艺学报, 1987, 14 (2): 81-89.
- [12] 谢 鹏, 郭素娟, 吕文君. 板栗‘燕山早丰’不同类型枝条在花期和幼果期的矿质元素含量比较 [J]. 东北农业大学学报, 2014, 45 (4): 41-45.
- [13] Krapp A, Castaings L. Plant adaptation to nitrogen availability [J]. Biologie Aujourd'hui, 2012, 206 (4): 323-335.
- [14] Eppley S M, Rogers S R. Testing the interaction between intersexual competition and phosphorus availability in a dioecious grass

赵 龙,刘卫国,杨晓东,等. 胡杨异形叶的抗旱适应对策[J]. 江苏农业科学,2021,49(1):130-135.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.01.023

胡杨异形叶的抗旱适应对策

赵 龙,刘卫国,杨晓东,高兴旺,黄廷温

(新疆大学资源与环境科学学院/绿洲生态教育部重点实验室,新疆乌鲁木齐 830046)

摘要:以 3 种胡杨叶片结构性状与其光合特性间关系为切入点揭示荒漠植物叶的抗旱适应对策。结果表明:(1)胡杨老树净光合速率、蒸腾速率和气孔导度值在叶形上均表现为锯齿卵形叶 > 近卵形叶 > 披针形叶,且差异显著;而从幼树到老树发育过程中,叶净光合速率、蒸腾速率、气孔导度均有显著增加,胞间二氧化碳浓度没有明显差异。(2)幼树到老树发育过程中,胡杨叶片角质层厚度、栅栏组织厚度、表皮组织厚度、外层细胞壁厚度、气孔密度、气孔大小以及叶面积均呈增加趋势,且锯齿卵形叶与披针形叶差异显著,具备向旱生叶过渡的特征。(3)胡杨叶片净光合速率和气孔导度变化是由栅栏组织厚度和表皮组织厚度决定的;蒸腾速率变化主要由气孔大小和表皮组织厚度决定;胞间二氧化碳浓度变化是由气孔密度和角质层厚度引起的。

关键词:胡杨;异形叶;光合特性;叶片结构性状;旱生叶;抗旱适应对策

中图分类号: S792.110.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)01-0130-06

随着全球气候变化,水资源短缺、土地沙漠化已成为当今世界突出的生态环境问题^[1]。在干旱半干旱区,水分成为植物生存、生长和分布的关键限制因子,同时,植物会形成多种耐旱性的形态结构以减轻干旱胁迫带来的伤害,其中叶片结构可以表征植物抗旱的适应特征。叶片是植物光合作用的主要器官,也是对干旱胁迫最敏感的器官^[2],干旱胁迫下会导致植物叶片叶面积、厚度、气孔、栅栏组织、表皮细胞、角质层等解剖结构的改变,进而会引起植物生理生态功能的改变^[3-4]。如,干旱影响了叶片气孔开闭、光合底物二氧化碳的吸收^[5-6],最

终减弱植物的光合作用。因此,研究干旱环境下,植物叶片形态解剖结构如何响应植物叶片光合作用的机制具有重要意义。

研究表明,光合作用特征在基因型间的差异很大,这些差异与叶片的解剖结构有关^[7-8]。叶片光合速率的差异是环境对叶片解剖结构的影响造成的,植物通过叶片气孔与外界环境进行气体与水分的交换,其气孔的大小与密度直接影响叶片与外部环境间的气体交换量,进而影响植物的光合、呼吸与蒸腾作用^[9-10]。研究表明,叶片受外界环境影响十分敏感,在不同环境条件长期影响下进化为形态各异的叶片^[10],其中,胡杨是典型的多异形叶型的树种。目前,关于胡杨异形叶光合或解剖结构的研究分析不够全面。有学者研究发现,利用单一叶结构特征可以反映胡杨光合特性响应特征或将异形叶简单归纳为 2 种叶形来阐述其光合特性,而对胡杨发育阶段的光合特性、叶片结构性状及其之间的定量关系的研究鲜有报道^[10-12]。

近年来,艾比湖流域生态系统环境日趋恶化,

收稿日期:2020-02-22

基金项目:国家自然科学基金(编号:41871031、31860111、31260112);新疆联合基金(编号:2017D01C058);新疆自然科学基金(编号:2017D01C080)。

作者简介:赵 龙(1994—)男,陕西泾阳人,硕士研究生,研究方向为荒漠植物生理。E-mail:1426144283@qq.com。

通信作者:刘卫国,博士,副教授,主要从事绿洲生态学研究。E-mail:wgliuxj@126.com。

[J]. Botany,2012,90(8):704-710.

[15]姜佰文,谭 贺,于亚利,等. 氮钾调控对春玉米氮钾积累及产量的影响[J]. 东北农业大学学报,2013,44(8):58-63.

[16]王 雪,尹增芳,马清滢,等. 外源 Ca^{2+} 对南林 895 杨扦插苗光合作用及生长的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2020,34(6):23-27.

[17] Tavassoli A, Ghanbari A, Ahmadian A. Effect of zinc and

manganese nutrition on fruit yield and nutrient concentrations in greenhouse tomato in hydroponic culture[J]. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture,2010,1(1):1-7.

[18]李广会,郭素娟,熊 欢,等. 板栗结果枝叶片矿质营养特征研究[J]. 北方园艺,2012(20):8-12.

[19]肖家欣. 柑橘果实发育中钙和硼营养吸收规律的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2005.