

# 枣树水分供需利用研究进展

韩 刚, 李 新 岗

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:**枣树是我国特色优势果树和第一大干果树种, 长期以来为提高枣果的产量和品质, 很多学者进行了广泛的研究。水作为决定枣果收成的重要因素之一, 有关枣树供水、需水及水分利用方面的研究一直以来受到重视, 特别是在水资源短缺的干旱、半干旱枣区更是作为研究的重点内容。现就近年来有关枣树水分供需利用方面的研究进展作以综述, 并提出了今后应进一步加强研究的方向, 以期为我国枣果生产中用水管理及枣树栽培提供参考。

**关键词:**枣树; 水分供需; 水分利用; 研究进展

**中图分类号:**S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)03-0189-05

枣(*Ziziphus jujuba* Mill.) 属鼠李科枣属植物, 我国黄河中下游的陕西、山西、河南、河北及山东等地区是枣的起源地和栽培中心<sup>[1]</sup>。目前, 我国拥有全世界近 99% 的枣树面积和产量, 并占有全球 100% 的枣产品国际贸易市场, 枣是目前我国第一大干果树种<sup>[2]</sup>。枣树抗逆性强, 早果速丰, 管理容易, 枣果实营养丰富, 味道甘美, 同时又为补中益气、养血安神、缓和药性的常用中药, 是集营养与医疗保健于一体的优质滋补品<sup>[3-4]</sup>。因经济、生态和社会效益显著, 枣树已成为当前我国果树中的发展热点。

水是植物一个重要的先天环境条件。在农业生产中, 水是决定收成有无的重要因素之一。因此, 针对枣树供水、需水及水分利用的研究一直以来受到重视, 特别是在水资源短缺的干旱、半干旱枣区显得尤为重要。现就近年来有关枣树水分供需利用方面的研究进展作以综述, 以期为我国枣果生产中用水管理及枣树栽培提供参考。

## 1 枣树灌溉技术研究

枣树较耐旱, 分布广泛, 尤以我国北方干旱半干旱地区为主要栽培区。然而该区水资源短缺造成的土壤水分不足常常限制枣果的产量和品质<sup>[5-7]</sup>。随着现代农

业的发展, 抽水引水灌溉得到普及, 而灌溉技术的发展, 更使得滴灌、渗灌等现代高效灌溉方式也逐步推广开来。如何根据枣树的生长生理特点, 建立切实有效的灌溉制度, 充分发挥枣树的生长潜力, 实现优质高产, 已成为近年来的研究热点。

在陕北黄土高原枣区, 李晓彬等<sup>[6]</sup>对梨枣于萌芽展叶期、开花坐果期与果实膨大期进行了 5 个梯度(保持 70%、60%、50%、40% 的田间持水量和不灌水对照)的控制灌水试验。结果表明适当灌溉可明显改善果实的风味品质与营养品质, 并显著提高梨枣树的果实单果重与果实收获数; 而灌水过多, 产量与品质未得到明显改善, 却增加了成本。其中灌溉至田间持水量的 60% 对陕北梨枣树比较适宜, 并确定了梨枣果实膨大期与开花坐果期是影响果实品质与经济效益的关键需水时期。马福生等<sup>[8]</sup>在温室条件下, 对 6 a 生矮化密植成龄梨枣进行了试验期间充分供水(保持田间持水量 65%)、开花-坐果期轻度调亏(灌水定额为对照的 2/3)、果实膨大期中度调亏(灌水定额为对照的 1/2)和果实成熟期重度调亏(不灌水)4 种处理的试验, 结果表明不同调亏处理均降低了相应调亏时期梨枣树的叶片蒸腾速率和光合速率; 而枣的维生素 C 含量、可溶性蛋白质含量及平均单果重在各调亏处理均不同程度地降低, 但枣的可溶性固形物含量提高; 综合考虑认为果实成熟期重度调亏处理在减产不显著条件下, 改善了枣的品质, 明显提高了水分利用效率, 是实施调亏灌溉的最佳阶段。Cui 等<sup>[9]</sup>进一步细化上述试验, 对陕西大荔县田间生长的 7 a 生梨枣萌芽展叶期、开花坐果期、果实膨大期和果实成熟期 4 个生长阶段均设置了充分供水(灌水量 90 mm)、轻度(灌水量 60 mm)、中度(灌水量 45 mm)和重度(不灌水)调亏处理, 结果显示与充分供水下相比, 各调亏处理降低用

**第一作者简介:**韩刚(1972-), 男, 博士, 助理研究员, 现主要从事林木抗旱生理生态等研究工作。E-mail:zxphg@nwsuaf.edu.cn.

**责任作者:**李新岗(1963-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事红枣区划和栽培等研究工作。E-mail:xingangle@nwsuaf.edu.cn.

**基金项目:**财政部以大学为依托的农业科技推广体系建设资助项目(XTG2009-15)。

**收稿日期:**2012-10-22

水量 5%~18%, 节约灌溉用水 13%~25%; 其中在萌芽展叶期和果实成熟期的中度及重度调亏下, 果实产量分别提高了 13.2%~31.9% 和 9.7%~17.5%, 而在果实膨大期和果实成熟期进行的轻度调亏, 其果实产量均与充分供水下相近。由于调亏处理果实品质表现为果实硬度、可溶性固形物含量、糖酸比和维生素 C 含量均得到提高, 同时缩短果实发育期时期 10~15 d, 提高了果实的市场价格。Cui 等<sup>[10]</sup> 另外报道了该试验中枣树营养生长和果实发育对调亏处理的响应。与充分供水下相比, 不同生长阶段的各调亏处理枣树的光合速率稍有降低, 而蒸腾速率显著降低, 从而提高水分利用效率 2.7%~26.1%; 复水后光合速率具有显著的补偿效应, 使得水分利用效率提高了 31.4%~42.2%。在萌芽展叶期和开花坐果期的中度及重度调亏下, 新梢长度、新梢直径及穗长分别减少了 8%~28%、13%~23% 和 10%~31%, 同时叶面积指数和修剪量显著降低。在萌芽展叶期各调亏处理下, 枣树开花提前了 3~8 d, 此外该时期的中度及重度调亏处理下每穗花和终坐果率增加了 18.9%~40.5% 和 15.5%~36.6%; 不同生长阶段的各调亏处理经过一段时间的复水后, 果实生长速率提高了 15%~30%, 而最终的果实体积没有减小。可见适当的时期和适当的水分亏缺可以显著减少灌溉用水, 并抑制徒长, 优化了枣树营养生长和生殖生长的关系, 从而保持果实产量或有所增加。于金刚等<sup>[7,11]</sup> 比较了无灌溉和 3 种滴灌制度(不同灌水量和灌水次数)对梨枣的影响, 结果表明梨枣品质、抗氧化能力与黄酮含量并未随着灌水量和灌水次数的增多而线性提高, 只有适时适量的灌溉制度, 才是节水高产优质梨枣生产的重要保证, 是对黄土高原梨枣种植滴灌制度的一次探索。

近年来新疆的枣产业异军突起, 正凭借其得天独厚的自然条件优势打造中国和世界上最大的优质干枣生产基地<sup>[12]</sup>。新疆是典型的灌溉农业区, 粗放的地面灌溉往往造成土壤水的大量渗漏, 浪费水资源的同时又可能造成地下水环境的破坏。任玉忠等<sup>[13]</sup> 应用 HYDRUS-1D 模型对新疆阿克苏地区传统地面灌条件下的土壤水渗漏规律进行了模拟分析和验证, 结果表明传统地面灌条件下, 灌溉水渗漏现象严重, 地面灌溉水的利用效率相当低下, 仅有 42.1% 用于枣树耗水, 农田灌溉节水的潜力还相当大。通过模拟分析微灌条件对土壤水渗漏和枣树蒸腾量的影响, 表明高频次小定额的灌溉模式大幅节约了灌溉水量, 有效减少了土壤水渗漏量, 提高了灌溉水的利用效率, 认为高频次小定额的微灌方法将是今后的发展趋势。陈奇凌等<sup>[14]</sup> 于 2007~2010 年在新疆南疆地区进行了直播密植枣园早期丰产试验, 总结提出枣园土壤的适宜含水量为最大田间持水量的 60%~80%。枣树发芽前、花前、果实膨大期可结合施肥灌水。

5~8 月根据土质条件和土壤干湿湿度适时调整灌水量, 11 月中下旬灌冬水。灌溉方法提倡用滴灌。而对于大田滴灌技术, 张计峰等<sup>[15]</sup> 研究指出, 在一定灌水量和滴灌流量条件下, 土壤垂直湿润峰明显大于水平湿润峰, 且随着灌水量的增加呈线性关系。在综合调控土壤水分分布特征时, 必须考虑滴灌技术参数对土壤水分分布的影响。黄然等<sup>[16]</sup> 提出新疆和田沙漠前沿区由于空气干燥, 湿度低, 为保证骏枣花粉受精, 应根据花期空气状况择期于傍晚至清晨喷清水, 最适宜空气湿度为 60%~80%, 可明显提高坐果。

李儒等<sup>[17]</sup> 根据辽西丘陵坡地枣园的生产状况, 总结了丘陵坡地枣园的合理灌溉技术。在水源条件好的地方, 可实行畦灌(树盘漫灌), 水源条件不好的地方在树下开沟担水灌溉。灌水一般在枣树发芽前(催芽水)、花期(助花水)、幼果期(促果水)和土壤封冻前(封冻水)进行, 每次灌水量要达到田间最大持水量的 60%~70% 为宜。据试验浇催芽水的枣树比不浇催芽水的枣树早发芽 4~6 d。花期浇 1 次水的植株比不浇水的植株, 每吊枣个数多 4.2 个, 叶面积大 0.39 cm<sup>2</sup>; 花期浇水的较不浇水的植株增产 25%~40%。此外在山东、河北省均提出了近似的枣园灌溉制度<sup>[18-19]</sup>, 为实现当地枣果的丰收优质提供了有力的技术支持。

间作套种是充分利用土地资源和气候资源来实现增产增收的重要途径。枣树抗逆性强, 叶小稀疏, 耐粗放管理, 具有间作套种的许多优点, 在全国各地尤其是西北干旱区, 间作被枣农广泛应用<sup>[20]</sup>。但由于植物生物学特性的差异, 合理的灌溉尤为重要。苏培玺等<sup>[21]</sup> 在大田环境下利用水量平衡法, 以土壤水分保持在田间持水量的 70% 的适宜水分, 研究了甘肃省河西走廊中部黑河中游绿洲临泽小枣单种及其与春小麦或紫花苜蓿间作复合系统的需水规律, 制订出临泽小枣及其不同间作模式下的灌溉方式、灌水时期及灌水定额。枣树单作采用小区灌溉方式, 保证 4 个关键水, 即花前水、果实膨大水、丰果水和越冬水, 灌水定额为 1 200 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>; 枣树/春小麦复合系统灌溉需同时考虑枣树物候期和小麦生育时期, 一般 1 a 灌水 6 次, 前期重点考虑小麦, 采取小区灌溉的方式, 后期只灌枣树, 采用沿枣树带沟灌的方式; 而枣树/紫花苜蓿复合系统采用小区灌溉和沟灌相结合的方式, 1 a 需灌水 8 次, 由于其需水量过大, 建议该复合系统不适宜大面积发展。枣棉间作是新疆十分重要的农林间作模式, 宋锋惠等<sup>[22]</sup> 在棉花播种至开花前不需灌水的情况下, 对枣树的萌芽期和初花期分别补水 1 次, 可有效提高枣树生长、结实及产量, 而对棉花的生长和产量没有影响。这对于充分发挥枣棉间作的优势, 提高枣棉间作的生态、经济效益是非常有益的。

## 2 枣树抗旱集流节水技术研究

尽管合理灌溉是保障枣树成活生长、优质高产的有效技术措施,但是它带来的成本增加或其它附属条件不足等问题仍然制约了其应用,有些地方即使有灌溉设施,但利用率低下,甚至在许多地方由于自然条件的限制根本无法实现灌溉。从如何充分利用降水资源、促进土壤保墒出发,发展应用行之有效的抗旱集流节水技术则成为该类地区的研究重点。

蒋中等<sup>[23]</sup>在黄土高原丘陵沟壑区,研究了田间地膜微集水枣树造林技术,可提高枣树移栽期土壤水分和地温,使造林成活率提高 15%;在枣树生长期和发芽期,使土壤 0~100 cm 剖面含水量比对照(无措施)高出 30.3%。而王延平等<sup>[24]</sup>在此基础上发展的塑膜微集水促渗技术,使枣树根际区土壤贮水量远高于对照,最高达近 40 倍;枣树的栽植成活率比对照高 24%;枣树栽后 5 a 总产量达到 18 000 kg/hm<sup>2</sup>,比对照增产 92.51%,且果实显著增大;5 a 生枣树自然降水利用率比对照提高 53.33%;枣树的纯收入比对照提高 63.71%。该技术可最大限度地使树盘内很少的雨水集聚于林木根茎周围,并快速下渗至深层根部,减少水分蒸发损失,改善林木根际水分状况,融保墒、增温、集水、促渗于一体,在我国广大的干旱贫困山区具有广阔的应用前景。马婧等<sup>[25]</sup>进行了通过整形修剪调整枣树树体结构,达到水分高效利用目的的试验研究,4 a 生矮化密植梨枣树按 667 m<sup>2</sup> 产量的树体排序为:自然圆头形>Y 字形>柱形>开心形>立壁式>一边倒>对照(不修剪);蒸腾量随树体增大而增多,排序为对照>自然圆头形>Y 字形>开心形>立壁式>柱形>一边倒,对照蒸腾量是自然圆头形的 1.17 倍,是柱形的 2.65 倍;而水分生产效率(产量/蒸腾量)以柱形修剪的最高,其次为自然圆头形>Y 字形>立壁式>开心形>一边倒>对照。因此通过合理整形修剪,也是旱区枣树充分利用水资源,达到节水又高产目标的一种有效技术措施。此外高文海等<sup>[26]</sup>在陕西吴堡县对山地枣园喷施植物生长调节剂 TDZ,通过促进枣树光合作用降低蒸腾,有效提高了枣树的水分利用效率,使枣产量增加,也达到了在干旱半干旱地区红枣生产节水增产的目的。

在早期韩振虎等<sup>[27]</sup>曾进行过枣园覆草试验,覆草可起到增肥、蓄水、灭草、防冻等作用,促进枣树生长,提高产量和质量,特别在干旱、贫瘠的枣园适用。南娟等<sup>[28]</sup>和王开喜<sup>[29]</sup>在陕西省米脂县通过定位观测试验,研究了秸秆覆盖、地膜覆盖及施用保水剂等土壤保墒措施对陕北山地枣园土壤温、湿度及枣树生长的影响。结果表明,覆盖有调节土壤温度的作用。秸秆覆盖在高温时有降温效应,与对照温差幅度为-5.5~0.25℃,而地膜覆盖有升温效应,与对照温差幅度为 1.32~5.17℃;不同

保墒措施处理的保水效果均较对照有所提高,其中以秸秆覆盖量 2 kg/m<sup>2</sup>、地膜覆盖与保水剂施用量 120 g/棵等 3 种处理的保墒效果较好,土壤蒸发较对照降低 23.6%、26.4%、29.2%,土壤水分提高 25%、13.5%、22%,促进了枣树生长和产量提高。随着保水剂业的快速发展,它已成为农业生产中调节土壤水分甚至均衡养分的极好材料。汪勇等<sup>[30]</sup>在野外滴灌条件下研究了 6 种保水剂在坡地枣林中的使用效果。施用保水剂的土壤含水量较对照提高了 15.3%~39.2%,使 10~70 cm 土层有较高贮存水量,在年生育期平均降雨量为 395 mm 情况下,确定红枣整个生育期(为 210 d)共灌水 4 次,按大约每 55 d 灌溉 1 次计,可减少灌溉 2 次,节约用水 264 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>;0~60 cm 土壤平均容重降低 0.05~0.16 g/cm<sup>3</sup>,改善了土壤的通气透水性,促进了枣树的生长发育,与对照株产 5.6 kg 相比,4 a 生红枣单株最高可增产 2.85 kg/株。该研究结果对于那些有灌溉设施但使用不便的地方无疑具有重要的参考价值。张翠玉等<sup>[31]</sup>研究了沃特新型多功能保水剂(胜利油田长安控股集团研制生产)在冬枣上的使用效果,虽然试验没有测定其对土壤的保墒效应,但从其对枣树的促生促产结果来看,保墒效果是显著的。

果园生草是目前较为盛行的一种土壤管理方法,虽然存在草与果树争肥水的矛盾,在有灌溉条件下还好解决,但是在无灌溉下的旱地枣园中应用,有些研究者进行了有益的探索。范玉贞等<sup>[32]</sup>在河北旱地婆枣园中进行间种白三叶草,显示枣园生草通过改善园地土壤理化性状,夏季高温期间降低地温及气温,使干旱季节空气与土壤的湿度增加,与其它综合效应共同促进了枣树的光合速率。与清耕对照相比,生草区的婆枣单果重增加了 5.86%,产量提高了 12.62%,优质果率提高了 15.73%。在陕北佳县山旱地骏枣园中种植小冠花草,在当年极为干旱的条件下,取得了比清耕园增产 21.2%的效益,同时还有牧草收益并节省了管理成本<sup>[33]</sup>。

## 3 不同水分供应枣树生理反应研究

植物生长开花结果是各种内部生理活动如光合作用、呼吸作用、水和营养元素的吸收和运输,酶的活力及体内有机物的消长等在植物形态上的综合表现。研究不同水分供应下枣树的生理反应,能使人们深入了解和认识水分对枣树影响的内在生理机制,从而为更加精确有效的水分调控以及枣树的品种选育提供理论依据。近年来以光合作用及水分利用效率的研究居多<sup>[5,9,26,32]</sup>,靳新红等<sup>[34]</sup>在黄土高原半干旱区,通过人工控制水分比较研究了幼枣树和榆树的光合作用及其水分利用效率。在不同土壤水分条件下与榆树相比,枣树总表现出净光合速率日变化幅度大,对水分的利用效率高的特点,但是在低土壤含水量(≤14%)时,枣树耗水能力高于榆树,



认为相对于枣树而言黄土半干旱区更有利于榆树生长。Ma 等<sup>[35]</sup>进行了温室 6 a 生梨枣不同生长时期调亏处理对枣树茎液流量的影响研究,结果显示开花-坐果期轻度调亏处理后的复水期有显著的茎液流量补偿效应;果实膨大期末期气孔导度与茎液流量的日变化趋势基本一致;此外对于试验期间充分供水,发现相对土壤有效含水量(在 0.35~0.51 之间)与日茎液流量比率存在线性关系。毕会涛等<sup>[36]</sup>研究了干旱胁迫对灰枣保护性酶活性和膜脂过氧化作用的影响。随土壤水分降低,灰枣 SOD、CAT、POD 活性都大致呈现出先升高后降低的趋势,说明适度的干旱胁迫(田间持水量的 40%~60%)可诱导各保护酶活性升高,避免水分不足对枣树的氧化伤害;但是在超出了植物可以忍耐的严重干旱胁迫下(田间持水量的 25%~35%),酶活性降低,枣树受到不可逆伤害。但是总体来看,枣树在此方面的研究相对缺乏,仍需开展大量系统和定量的研究。

#### 4 建议与展望

水分作为影响植物生长发育的重要因素,特别是对于广泛分布在我国北方水资源短缺的干旱半干旱地区的枣树显得尤为关键,随着北方枣产业的迅猛发展,关于水分问题的研究愈来愈受到关注。近年来,虽然对枣树水分供需利用进行了大量研究并取得了一些成果,但总体而言仍显不足,建议今后在以下方面进一步加强研究。一是以充分发挥枣树的生产潜力为目标的灌溉制度优化研究;二是以节约用水、保证高产为目标的节水灌溉技术研究;三是以充分利用自然降水并促进土壤保墒为目标的旱地枣园抗旱集流保水技术措施研究;四是以提高枣树抗逆性,促生促产为目标的植物生长调节剂应用技术研究;五是系统定量的枣树抗旱生理机制研究。相信随着研究的逐步深入,在不断充实枣树水分供需利用理论基础的同时,各种新技术新手段也将会在枣树上得到发展应用,终将推动我国乃至世界枣产业的快速蓬勃发展。

#### 参考文献

- [1] 魏玉君. 近十年中国枣文献浅析[J]. 农业图书情报学刊, 2004, 17(4): 138-142.
- [2] 刘孟军. 中国红枣产业的现状与发展建议[J]. 果农之友, 2008(3): 3-4.
- [3] 樊保国. 枣果的功能因子及保健食品的研究进展[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 587-591.
- [4] 鲁周民, 刘坤, 闫忠心, 等. 枣果实营养成分及保健作用研究进展[J]. 园艺学报, 2010, 37(12): 2017-2024.
- [5] 李新岗, 黄建, 宋世德, 等. 影响陕北红枣产量和品质的因子分析[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(4): 38-42.
- [6] 李晓彬, 汪有科, 赵春红, 等. 水分调控对梨枣果实品质与投入产出效益的影响分析[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(4): 818-822.
- [7] 于金刚, 王敏, 李援农, 等. 不同滴灌制度对梨枣抗氧化活性的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(1): 39-44.
- [8] 马福生, 康绍忠, 王密侠, 等. 调亏灌溉对温室梨枣树水分利用效率与枣品质的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 22(1): 37-43.
- [9] Cui N B, Du T S, Kang S Z, et al. Regulated deficit irrigation improved fruit quality and water use efficiency of pear-jujube trees[J]. Agricultural Water Management, 2008, 95: 489-497.
- [10] Cui N B, Du T S, Ling T, et al. Response of vegetative growth and fruit development to regulated deficit irrigation at different growth stages of pear-jujube tree [J]. Agricultural Water Management, 2009, 96: 1237-1246.
- [11] 于金刚, 王敏, 李援农, 等. 不同滴灌制度对梨枣食用品质的影响[J]. 节水灌溉, 2010(12): 19-23.
- [12] 刘孟军. 枣产业发展趋势与对策[J]. 北京农业, 2007, 10(上): 25-26.
- [13] 任玉忠, 董新光, 吴彬, 等. 干旱区枣园土壤水分运动及深层渗漏数值模拟[J]. 节水灌溉, 2010(9): 24-26.
- [14] 陈奇凌, 花东来, 郭飞, 等. 新疆南疆地区直播密植枣园早期丰产试验[J]. 中国果树, 2011(4): 36-38.
- [15] 张计峰, 朱敏, 梁智, 等. 滴灌对枣园土壤水分运移和红枣叶片的影响[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(11): 2283-2287.
- [16] 黄然, 唐志华, 刘智虎. 提高干旱地区骏枣坐果率的技术措施探讨[J]. 新疆农业科技, 2007(6): 22.
- [17] 李儒, 邹积田, 白艳红. 辽西丘陵坡地枣园土肥水管理技术综述[J]. 北京农业, 2008, 1(下): 33-34.
- [18] 王朝富. 枣园的土肥水管理[J]. 中国林业, 2011(9): 41.
- [19] 季文章. 枣园的土肥水管理[J]. 现代农村科技, 2009(18): 36.
- [20] 丁松爽, 苏培玺, 严巧娣, 等. 不同间作条件下枣树的光合特性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(1): 184-189.
- [21] 苏培玺, 解婷婷, 丁松爽. 荒漠绿洲区临泽小枣及枣农复合系统需水规律研究[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(2): 334-341.
- [22] 宋锋惠, 俞涛, 卓热木·塔西, 等. 枣棉间作系统枣树的补水试验研究[J]. 新疆农业科学, 2010, 47(7): 1304-1309.
- [23] 蒋中波, 徐福利, 杨荣慧, 等. 黄土高原坡地枣树地膜微集水造林效果研究[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(3): 98-101.
- [24] 王延平, 杨荣惠, 张海, 等. 黄土高原杏、枣幼树塑膜微集水促渗技术[J]. 林业科学, 2008, 44(2): 85-92.
- [25] 马婧, 汪有科, 杨荣慧, 等. 不同树形结构梨枣的冠层特性及节水性分析[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(3): 138-142.
- [26] 高文海, 李新岗, 郭立, 等. 干旱条件下 TDZ 对枣树光合作用及产量的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 42(5): 79-84.
- [27] 韩振虎, 吴忠强, 田翠萍, 等. 枣园覆草试验[J]. 河北果树, 2005(2): 45.
- [28] 南娟, 汪有科, 李晓彬, 等. 不同保墒措施对陕北山地枣园土壤温湿度及生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(2): 83-89.
- [29] 王开喜. 不同保墒措施对黄土丘陵区坡地枣园土壤温、湿度的影响[J]. 中国农村水利水电, 2011(7): 21-23.
- [30] 汪勇, 汪星, 汪有科, 等. 滴灌条件下不同保水剂在枣林坡地的应用效果研究[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(3): 78-83.
- [31] 张翠玉, 单尚东. 沃特保水剂在冬枣上的试验效果初探[J]. 农业科技通讯, 2011(5): 82-83.
- [32] 范玉贞, 孙焕顺. 枣园生草对土壤养分及枣树生理的影响[J]. 现代农村科技, 2010(17): 56-57.
- [33] 曹书雄, 曹书琴, 曹荣保, 等. 实行枣园土壤生草制管理试验示范研究[J]. 陕西农业科学, 2010(1): 62-63.
- [34] 靳新红, 王百田, 郭红艳, 等. 黄土半干旱区枣、榆水分利用效率的比较研究[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(1): 90-93.

[35] Ma F S, Kang S Z, Li F S, et al. Effect of water deficit in different growth stages on stem sap flux of greenhouse grown pear-jujube tree[J]. Agricultural Water Management, 2007, 90: 190-196.

[36] 毕会涛, 黄付强, 邱林, 等. 干旱胁迫对灰枣保护性酶活性及膜脂过氧化的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 23(2): 151-155.

## Research Progress of Water Supply-demand and Using of *Ziziphus jujuba* Mill.

HAN Gang, LI Xin-gang

(College of Forestry, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) is the first characteristic dry fruit tree in our country. For a long time extensive researches were done to improve the yield and quality of Chinese jujube. Because water is one of the crucial factors to Chinese jujube harvest, the researches involved water supply, water demand and water using of Chinese jujube have been paid attention, especially in the arid and semi-arid areas where is in the shortage of water resources. The research progress of water supply-demand and using of Chinese jujube in recent years was summarized and the further intensive research areas were put forward, hoping to provide useful information for water management and tree planting of Chinese jujube.

**Key words:** *Ziziphus jujuba* Mill.; water supply and demand; water using; research progress

## 欢迎订阅 2013 年《北方园艺》

全国自然科学(中文)核心期刊  
中国北方优秀期刊

中国农业核心期刊  
黑龙江省优秀科技期刊

全国优秀农业期刊  
美国化学文摘社(CAS)收录期刊

主管: 黑龙江省农业科学院

主办: 黑龙江省农业科学院、黑龙江省园艺学会

刊号: ISSN 1001-0009 CN 23-1247/S

邮发代号: 14-150 半月刊 每月 15、30 日出版

单价: 7.00 元 全年: 168 元

## 全国各地邮局均可订阅,或直接向编辑部汇款订阅。

现辟有试验研究、研究简报、设施园艺、栽培技术、园林花卉、生物技术、植物保护、贮藏保鲜加工、食用菌、中草药、土壤与肥料、新品种选育、产业论坛、专题综述、经验交流、农业经纬等栏目。来稿要求文责自负、杜绝一稿多投;严禁抄袭、剽窃他人作品;稿件要求具有创新性、材料翔实、数据可靠、文字精炼等特点。

投稿请提供第一作者简介(包括出生年、性别、学历、职称、研究方向、现从事工作、作者电子信箱、电话及作者详细通讯地址)。可以注明一位责任作者(简介内容同第一作者,要求学历、职称高于第一作者,必须对该稿件负全部责任,应对咨询或质疑,并对稿件进行审核及必要的修改,确保稿件的真实性)。所有作者须注明所在单位全称、城市及邮政编码。

地址: 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部

邮编: 150086

电话: 0451-86674276

投稿邮箱: bfybjb@163.com

录用稿件: bfybjb@yahoo.com.cn

问题查询: bfyycx@yahoo.com.cn