

宁夏贺兰山东麓滴灌葡萄地土壤次生盐渍化的成因与研究定位

吴彬^{1,2}, 赵文娟^{1,2*}

(1. 宁夏大学土木与水利工程学院, 宁夏银川 750021; 2. 宁夏节水灌溉与水资源调控工程技术研究中心, 宁夏银川 750021)

摘要 宁夏贺兰山东麓葡萄产地多年使用滴灌进行农业生产, 导致该区域的土壤次生盐渍化。分析灌溉对土壤的危害, 指出非生育期防治次生盐渍化的方向, 可为该区域土壤次生盐渍化的防治提供理论依据。

关键词 次生盐渍化; 葡萄地; 滴灌; 宁夏贺兰山东麓

中图分类号 S275.6 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)36-0105-03

Genesis and Research Direction of Secondary Salinization on Drip Irrigated Vineyard in East of Helan Mountain of Ningxia

WU Bin^{1,2}, ZHAO Wen-juan^{1,2*} (1. School of Civil and Hydraulic Engineering, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Ningxia Research Center of Technology on Water Saving Irrigation and Water Resources Regulation, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract Drip irrigation was used in grape production in eastern foot of Helan Mountain in Ningxia for many years. The secondary soil salinization became to appear in recent year. Hazards of irrigation to soil was analyzed. Research directions of controlling secondary soil salinization were put forward under non-fertile period. The research can provide theoretical basis for controlling secondary soil salinization in agricultural production.

Key words Secondary salinization; Vineyard; Drip irrigation; Eastern foot of Helan Mountain in Ningxia

宁夏贺兰山东麓由于其独特的地理、气候和土壤资源优势, 被认定为全国三大葡萄原产地保护区之一, 现已发展酿酒葡萄产区面积为 2.1 万 hm^2 。其中近一半的葡萄种植区是建立在荒漠风沙土地段, 土壤中伴有砾石层, 产区完全依赖黄河水灌溉进行农业生产。由于黄委会分配给宁夏的用水指标逐年下降和葡萄种植面积的不断扩大, 传统的大水漫灌方式已逐步被滴灌所取代^[1]。该方式最大限度地保证所有灌溉水都施加在植物根部, 不但可提高作物产量^[2], 而且可有效地减少地表蒸发及用水量。

1 滴灌技术对土壤的危害

中国北方灌溉的一个目的是淋洗农田土壤盐分。尽管滴灌技术可以局部淡化作物主根区的土壤盐分, 但滴灌灌水量相对较小, 无法产生深层渗漏, 难以将土壤中的盐分淋洗到地下水。与此同时, 由于滴灌存在湿润半径, 该方式将不能充分淋洗作物间隔内土壤的盐分。张江辉等^[3]研究认为在滴灌条件下葡萄生育期灌水结束后土壤盐分随着距滴头距离的增加而增加。沅沛沛等^[4]论证得出, 滴灌地块其盐分在水平方向上分布的离散程度比较高, 且盐分在水平方向的分布与距离滴管的远近有关系。李冬冬^[5]研究指出, 在作物蒸腾和土壤蒸发作用下盐分不断在地表聚集, 造成土壤表层不均匀盐分累积问题。苏学德等^[6]认为, 由于水的淋洗作用, 水分平行方向上的土壤全盐量逐渐增加。盐分随滴水时间的增加, 向外围扩散而逐步积累在土壤之中, 在滴头处平行方向土层盐分逐步积累, 在 0~40 cm 土层盐分积累最多。

此外, 滴灌地随着滴灌年数增加其土壤含盐量呈现缓慢增加趋势。牟洪臣等^[7]认为随着耕种时间的延长土壤含盐

量呈先减少后增多的趋势, 土壤含盐量从未种植到种植 9 年一直处于减少趋势, 但从第 10 年开始呈增长的趋势。李朝阳等^[8]研究表明, 滴灌 4 年后, 新疆棉花种植地区的土壤含盐量在表层土壤及深层土壤开始积累。罗毅^[9]发现, 与滴灌 1 年的剖面土壤含盐量相比, 滴灌 10 年的剖面土壤含盐量增加了 1.88 倍。

2 非生育期淋洗土壤盐分的重要性

宁夏贺兰山东麓葡萄种植已近 10 年, 沿线的地下水平均埋深为 1.8 m, 滴灌平均湿润层深度为 0.8 m。宁夏酿酒葡萄一般从 4 月初开始放条, 全生育期经历 140~160 d, 非生育期 6~7 个月。土壤盐分无法被淋洗到地下水中, 地表蒸发量大导致本地区的土壤表层盐分逐渐积聚。若不及时采取有效的防盐、控盐措施, 不仅会影响滴灌技术大面积的推广应用, 而且会引起节水灌溉型土壤的次生盐渍化问题。Burt 等^[10]开展了果园盐分淋洗试验, 认为采用多行低流速滴灌带供水对盐分累积区域进行淋洗, 可以有效降低盐分淋洗需要的水量。Chen 等^[11]基于 ENVIRO-GRO 模型, 通过在作物非生育期进行淋洗对比大水漫灌和生育期滴灌条件盐分淋洗效果, 认为在非生育期大水漫灌对土壤盐分的淋洗效果更佳。李明思等^[12]通过试验观测认为, 长期膜下滴灌农田在没有冬春灌的条件下, 只要灌溉制度和灌溉水质合适, 不存在盐碱化风险。张瑞喜等^[13]研究认为, 磁化水滴灌可显著促进水分入渗和盐分下移, 但磁化水与普通水相比溶解出更多的可溶性盐, 并加速土壤盐分向下运动, 在土壤下层积盐, 且增加了灌溉洗盐的成本。陈小芹等^[14]对北疆棉田采用滴灌和漫灌进行冬灌淋洗对比, 认为大定额滴灌与大定额漫灌均能够起到非常关键的压盐作用。马合木江·艾合买提等^[15]研究不同年限新疆膜下滴灌棉田非生育期土壤盐分的变化, 结果表明随着滴灌年限的增加土壤含盐量呈增加趋势。上述结论中部分存在相互矛盾, 说明盐分受淋洗后动态迁移的复杂性, 需要开展更多系统的观测和研究。

基金项目 2015 年国家自然科学基金项目 (51569024)。

作者简介 吴彬 (1988—), 男, 宁夏银川人, 助理实验师, 从事旱区水资源调控研究。* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事旱区水资源调控方面的研究工作。

收稿日期 2017-11-13

3 宁夏贺兰山东麓葡萄地非生育期防治次生盐渍化研究

3.1 冻融期土壤水盐动态特征研究

在宁夏自治区,对农田进行非生育期淋洗要面临土壤冻融问题。该地区属于季节性冻土分布带,多年极端最大冻土深度为1.0~1.6 m,且该值呈逐年下降的趋势。事实上宁夏地区土壤冻融是导致土壤次生盐渍化的另一个重要原因。冻融条件下土壤中盐分迁移是水分对流、浓度梯度、温度梯度、不同溶质、土壤结构等因素综合作用的结果,温度是导致土壤中水分与盐分迁移的驱动力^[16-17]。早在1981年国际冻土学会主席佩威(Pewe)教授指出:查明冻融过程中水盐运移规律是防治土壤盐碱化的新途径,究其原因是在冻融期土壤温度梯度的影响下,土壤水热运移会促使盐分向表层扩散,使表层土壤出现次生盐渍化^[18]。20世纪90年代以来,国内许多学者对冻融期水热盐运移过程进行了大量的野外试验研究,为防治土壤次生盐渍化提供一定的理论依据。靳志锋等^[19]针对新疆北部常年膜下滴灌棉田研究认为,消融期温度会影响土壤盐分向上扩散,威胁膜下滴灌棉田可持续种植。马合木江·艾合买提等^[20]针对冻融条件下新疆北疆常年滴灌棉田土壤水盐进行试验监测分析认为,冻融期土壤盐分的变化较水分变化更有规律可循,冻土融通时在铅垂土壤剖面0~10 cm存在稳定的盐分聚集区^[20-21]。李文昊等^[22]在北疆积雪覆盖条件下采用时空变异法对长期滴灌棉田土壤盐分在春季的变化进行分析,认为冻融循环对土壤中盐分具有天然的淋洗作用。同年倪东宁等^[23]以灌水定额1500 m³/hm²对河套玉米灌区进行秋灌淋洗,结果表明该灌水量只是将盐分淋洗到作物根系层以下,进入冻结期以后,根系层以下的土壤盐分又随水分运移到作物根系层使得土壤含盐量显著增加,不能满足玉米在裸地的种植条件。姚宝林等^[24]通过对比分析指出,200 mm冬灌定额对试验区域的膜下滴灌棉花地0~100 cm土壤具有淋洗盐分的作用,采用留秆和玉米秸秆覆盖可减少水分蒸发,使水分与盐分向上迁移能力降低,减弱春季土壤返盐。

3.2 冻融期土壤水热盐运移模拟模型研究

除了冻融条件下土壤水热盐运移的定性试验研究外,科研工作者同时会采用土壤水动力学模型用于定量分析农业土壤水热盐的运移规律。他们通过建立冻融期土壤水热耦合模型,利用有限元、有限差分等数值计算方法进行求解,从数值模拟的角度分析和掌握土壤水热盐的运移机理。1974年Harlan^[25]根据试验观测结果建立了第1个冻土水热耦合迁移模型,在忽略冻结土壤中冰与水之间的相互作用下,认为土壤中的冻结水含量仅与负温相关,并且与负温呈动态平衡状态。许多学者建立了各自的冻土水热耦合数值模型,一类是研究冻结对土体内部水热分布规律影响的模型。任理^[26]对麦秸条带覆盖下的土壤水热进行研究,采用交替方向有限差分法建立了模拟苗期条带覆盖下土壤水热迁移的数值模型。雷志栋等^[27]根据冻土水热迁移基本方程,推导出冻土水热耦合方程,模拟了冻结条件下土的水热耦合迁移过程及对潜水蒸发的影响。1989年美国农业部北方流域研究中心建立了水热耦合

模型(SHAW)(simultaneous heat And water),该模型已经被证明能精确模拟土壤、气候和表面条件很大范围内的冻结深度,能够模拟复杂冬季冻结现象对水分、溶质迁移的影响^[28]。近年来,我国已将SHAW模型从室内试验区发展到解决农业灌溉的实际问题当中。李瑞平等^[29]运用水热耦合模型(SHAW)对内蒙古河套灌区3种盐渍化土壤冻融期水热盐的动态变化进行了模拟研究,中度轻度盐渍化土壤累积蒸发量在冬灌后至冻结初期随时间增加而增加,在冻结初期至融解后,随时间的变化很小,且秋浇后至冻结初期的累积蒸发量占整个越冬期的2/3。胡宏昌等^[30]采用一维SHAW耦合模型,模拟了非生育期滴灌棉田在强烈的冻结作用下水盐运移过程。认为在没有非生育期淋洗灌水的情况下,膜下滴灌盐分全年累积速率为14%左右,存在次生盐碱化风险。在研究土壤冻融过程中,只有综合考虑水、热藕合的作用,才能准确反映其运动的客观物理机制,从而掌握季节冻融水盐运移的规律,正确理解水盐运移的季相变化^[31]。

3.3 非生育期淋洗制度的研究

研究滴灌地土壤冻融期水盐运移的目的是建立适宜于本地区在非生育期进行土壤盐分淋洗的灌溉制度。多年来,针对生育期土壤盐分的淋洗的研究结果要多于非生育期,例如何雨江等^[32],李昭楠等^[33],王文佳等^[34],研究农田作物以水分利用效率和产量为出发点,采用田间试验及数值模拟研究生育期内灌溉制度对土壤盐分淋洗的作用。但陈小芹^[35]在对盐分淋洗作用的综合分析时发现,非生育期的大定额滴灌比大定额漫灌更有利于来年作为作物创造良好的生长环境。陈艳梅等^[36]采用Salt Mod模型探讨不同灌溉制度对作物根层土壤盐分的影响。作物根层土壤盐分随冬灌定额的增大而减小,不同冬灌定额对应的根层土壤盐分最初的增加量均较大,但增加的趋势随时间逐渐降低。彭振阳等^[37]采用HYDRUS-1D两区模型模拟出不同频次灌溉条件下的土壤水盐运移过程,对于间歇灌溉是否能提高盐分淋洗效率不能一概而论。

4 结语

从2007年开始,10年的发展使宁夏贺兰山东麓地区葡萄酒产值达到45亿元,宁夏自治区政府高度重视葡萄产业的发展,先后成立了全国第1个省级葡萄花卉产业发展局,制定了《宁夏回族自治区贺兰山东麓葡萄酒产区保护条例》,出台了《中国(宁夏)贺兰山东麓葡萄产业及文化长廊发展总体规划》。在“十三五”期间,到2020年银川葡萄种植基地总面积要达到2万hm²。若要采用非生育期淋洗这一方法阻止滴灌葡萄地积盐恶化,关键是掌握宁夏贺兰山东麓滴灌葡萄地非生育期内冻土水热耦合运移机理,以此探讨土壤次生盐渍化的演变进程及其特征,方可制订相应的淋洗方式,为本地区土壤次生盐渍化的防治措施及农业生产指导提供理论依据。

参考文献

- [1] 沙玉霞. 葡萄滴灌增产机理及滴灌制度探讨:以贺兰山东麓葡萄种植为例[J]. 宁夏农林科技, 2014, 55(12): 7-8, 16.
- [2] 王海燕. 宁夏贺兰山东麓葡萄酒产业发展趋势分析[J]. 宁夏农林科技, 2015, 56(1): 51-53.

- [3] 张江辉,王全九,姚新华,等.新疆葡萄滴灌技术参数对土壤水分分布特征的影响[J].干旱区研究,2005,25(5):680-684.
- [4] 元沛沛,冉圣宏,张凯.不同灌溉方式和作物类型对西北干旱区耕地土壤盐渍化的影响[J].农业环境科学学报,2012,31(4):780-785.
- [5] 李冬冬.滴灌条件下土壤盐动态及棉花对盐分的响应特征研究[D].石河子:石河子大学,2013.
- [6] 苏学德,李铭,郭绍杰,等.干旱区葡萄滴灌戈壁土壤盐运移特征研究[J].北方园艺,2014(19):168-171.
- [7] 牟洪臣,虎胆·吐马尔白,苏里坦,等.不同耕种年限下土壤盐分变化规律试验研究[J].节水灌溉,2011(8):29-32.
- [8] 李朝阳,郑旭荣,王振华,等.滴灌年限对土壤盐分分布及棉花的影响[J].节水灌溉,2012(8):39-43.
- [9] 罗毅.干旱区绿洲滴灌对土壤盐碱化的长期影响[J].中国科学:地球科学,2014,44(8):1679-1688.
- [10] BURT C M,LSBELL B. Leaching of accumulated soil salinity under drip irrigation[J]. American society of agricultural engineers,2005,48(6):1-5.
- [11] CHEN W P,HOU Z N,WU L S,et al. Evaluating salinity distribution in soil irrigated with saline water in arid regions of northwest China[J]. Agricultural water management,2010,97(12):2001-2008.
- [12] 李明思,刘洪光,郑旭荣.长期膜下滴灌农田土壤盐分时空变化[J].农业工程学报,2012,28(22):82-87.
- [13] 张瑞喜,褚贵新,王卫兵,等.滴灌条件下磁化水对土壤淋盐作用的初步研究[J].新疆农业科学,2013,50(9):1656-1661.
- [14] 陈小芹,王振华,何新林,等.北疆棉田不同冬灌方式对土壤水分、盐分和温度分布的影响[J].水土保持学报,2014,28(2):132-138.
- [15] 马合木江·艾合买提,虎胆·吐马尔白,阿里甫江·阿不里米提,等.不同年限膜下滴灌棉田盐分变化特征[J].灌溉排水学报,2015,34(7):24-28.
- [16] 张殿发,郑琦宏,董志颖.冻融条件下土壤中水盐运移机理探讨[J].水土保持通报,2005,25(6):14-18.
- [17] 冯瑞萍,张张艺,舒志亮,等.宁夏季节性最大冻土深度的分布和变化特征[J].宁夏大学学报(自然科学版),2012,33(3):314-319.
- [18] 张殿发,郑琦宏,董志颖.冻融条件下土壤中水盐运移机理探讨[J].水土保持通报,2005,25(6):14-49.
- [19] 靳志锋,虎胆·吐马尔白,牟洪臣,等.土壤冻融温度影响下棉田水盐运移规律[J].干旱区研究,2013,33(4):623-627.
- [20] 马合木江·艾合买提,虎胆·吐马尔白,阿里甫江·阿不里米提,等.冻融条件下长期滴灌棉田土壤水盐运用特征[J].节水灌溉,2014(12):37-40.
- [21] 马合木江·艾合买提,虎胆·吐马尔白,阿里甫江·阿不里米提,等.冻融条件下不同年限滴灌棉田土壤水盐运移研究[J].灌溉排水学报,2015,36(6):6-10.
- [22] 李文昊,王振华,郑旭荣,等.冻融对北疆盐碱地长期滴灌棉田土壤盐分的影响[J].干旱地区农业研究,2015,33(3):40-47.
- [23] 倪东宁,李瑞平,史海滨,等.秋灌对冻融期土壤水盐热时空变化规律影响及灌水效果评价[J].干旱地区农业研究,2015,33(4):141-145.
- [24] 姚宝林,李光永,王峰.冻融期灌水和覆盖对南疆棉田水热盐的影响[J].农业工程学报,2016,32(7):114-120.
- [25] HARLAN R L. Analysis of coupled heat-fluid transport in partially frozen soil[J]. Water resources research,1973,9(5):1314-1323.
- [26] 任理,张瑜芳,沈荣开.条带覆盖下土壤水热动态的田间试验与模型建立[J].水利学报,1998,(1):76-85.
- [27] 雷志栋,尚松浩,杨诗秀.土壤冻结过程中潜水蒸发规律的模拟研究[J].水利学报,1999,21(6):6-9.
- [28] FLERCHINGER G N,HANSON C L. Modeling soil freezing and thawing on a rangeland watershed[J]. Trans Amer Soc of AgricEngr,1989,32(5):1551-1554.
- [29] 李瑞平,史海滨,赤江刚夫,等.基于水热耦合模型的干旱寒冷地区冻融土壤水热盐运移规律研究[J].水利学报,2009,40(4):403-413.
- [30] 胡宏昌,田富强,张治,等.干旱区膜下滴灌农田土壤盐分非生育期淋洗和多年动态[J].水利学报,2015,46(9):1037-1047.
- [31] 李志华.季节性冻融期盐渍土水热盐耦合关系研究:以玛纳斯河流域为例[D].兰州:兰州大学,2011.
- [32] 何雨江,汪丙国,王在敏,等.棉花微咸水膜下滴灌灌溉制度的研究[J].农业工程学报,2010,26(7):14-20.
- [33] 李昭楠,李唯,姜有虎,等.西北干旱区戈壁葡萄膜下滴灌需水量和灌溉制度[J].水土保持学报,2011,25(5):247-251.
- [34] 王文佳,冯浩.基于 CROPWAT-DSSAT 关中地区冬小麦需水规律及灌溉制度研究[J].中国生态农业学报,2012,20(6):795-802.
- [35] 陈小芹.北疆滴灌棉田冬灌灌水关键技术研究[D].石河子:石河子大学,2014.
- [36] 陈艳梅,王少丽,高占义,等.不同灌溉制度对根层土壤盐分影响的模拟[J].排灌机械工程学,2014,32(3):263-270.
- [37] 彭振阳,伍靖伟,黄介生.采用间歇灌溉进行土壤盐分淋洗的适用性[J].水科学进展,2016,27(1):31-40.

(上接第 84 页)

数显著多于缓冲区的物种数,说明人为干扰仍是影响保护区野生动物栖息地质量和种群数量的主要因素。今后应进一步加强管理,确保核心区野生动物栖息地质量。同时,合理利用缓冲区和试验区,尽可能降低人为活动对野生动物的干扰。

参考文献

- [1] 肖治术,李欣海,姜广顺.红外相机技术在我国野生动物监测研究中的应用[J].生物多样性,2014,22(6):683-684.
- [2] 李欣海,于家捷,张鹏,等.应用红外相机监测结果估计小型啮齿类物种的种群密度[J].生态学报,2016,36(8):2311-2318.
- [3] 靳志峰,丁平.古田山森林动态监测样地内鸟兽种群动态的红外相机监测[J].生物多样性,2014,22(6):819-822.
- [4] 邵小平.安徽清凉峰自然保护区植被类型和垂直分布带谱调查分析[J].安徽农学通报,2011,17(7):55-56.
- [5] 方国富,邵江山,邵小平.安徽清凉峰国家级自然保护区保护管理现状与发展对策[J].北京林业大学学报,2011,33(S2):6-10.
- [6] SMITH A T,解焱,HOFFMANN R S,LUNDE D,等.中国兽类野外手册[M].长沙:湖南教育出版社,2009.
- [7] 郑光美.中国鸟类分类与分布名录[M].2版.北京:科学出版社,2011.
- [8] 蒋志刚,马勇,吴毅,等.中国哺乳动物多样性[J].生物多样性,2015,23(3):351-364.
- [9] O' BRIEN T G,KINNAIRD M F,WIBISONO H T. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape[J]. Animal conservation,2003,6:131-139.
- [10] COLWELL R K. Estimate S software[EB/OL]. [2016-12-20]. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.
- [11] 袁景西,张昌友,谢文华,等.利用红外相机技术对九连山国家级自然保护区兽类和鸟类资源的初步调查[J].兽类学报,2016,36(3):367-372.
- [12] 程爱兴,陈建新,翁东明,等.清凉峰保护区生物多样性综述[J].当代生态农业,2001(22):4-7.

科技论文写作规范——引言

扼要地概述研究工作的目的、范围、相关领域的前人工作和知识空白、理论基础和分析、研究设想、研究方法和实验设计、预期结果和意义等。一般文字不宜太长,不需做详尽的文献综述。在最后引出文章的目的及试验设计等。“引言”两字省略。