

新疆水环境现状·存在问题·保护措施

段维东¹, 赵波^{2*}

(1. 新疆维吾尔自治区石河子市石河子镇水管所, 新疆石河子 832000; 2. 石河子大学水利建筑工程学院, 新疆石河子 832000)

摘要 在分析新疆特定的自然地理条件及气候特征的基础上, 阐述了新疆目前的水环境现状, 分析了目前存在的问题, 并提出了相应的保护措施。

关键词 新疆; 水环境; 现状; 存在问题; 保护措施

中图分类号 TV 211.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)04-0072-03

Current Situations, Existing Problems and Protection Measures of Water Environment in Xinjiang

DUAN Wei-dong¹, ZHAO Bo^{2*} (1. Water Station in Shihezi Town of Shihezi City, Shihezi, Xinjiang 832000; 2. College of Water and Architectural Engineering, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000)

Abstract Based on analyzing the special natural and geographical conditions, climatic characteristics of Xinjiang, the current situations of water environment in Xinjiang was expounded, and its existing problems were analyzed. And some corresponding control measures were put forward.

Key words Xinjiang; Water environment; Current situations; Existing problems; Protection measures

水是人类维系生命的基本物质, 是工业和农业生产发展和生态环境改善所不可缺少的自然资源。随着人口数量的增加, 经济的发展以及城市化进程的加快, 人类健康、安全的生活受到水资源短缺和水污染的影响, 同时水资源短缺和水污染也严重制约着经济社会的进一步发展。因此, 切实保护水资源、防治水污染已成为人类社会持续发展的重要课题之一。笔者在分析新疆特定的自然地理条件及气候特征的基础上, 阐述了新疆目前的水环境现状, 分析了目前存在的问题, 并提出了相应的保护措施。

1 新疆地理条件与气候特征

新疆地处我国西北地区, 具有独特的“三山夹两盆”的地形地貌特点, 北边为阿尔泰山脉, 中部为天山脉, 南部为昆仑山脉, 境内河流都发源于三大山脉, 河流水量绝大部分来自山区, 以融雪型补给为主。由于深处欧亚大陆腹地, 四周有高山阻隔, 海洋气流不易到达, 形成了明显的温带大陆性干旱气候, 气温温差较大, 日照时间充足, 年日照时间为 2 500~3 500 h, 降水量少, 气候干燥。新疆年平均降水量在 150 mm 左右, 但各地降水量相差很大, 南疆的气温高于北疆, 北疆的降水量高于南疆。

2 新疆水环境现状

2.1 河流水质 对全国地表水水质状况的调查发现, 总评价河长 143 604.4 km, 符合和优于地面水环境质量Ⅲ类标准的河长占总评价河长的 59.5%, 其中 I、II 类河长占 32.3%; 劣Ⅲ类水河长占 40.5%, 其中劣于 V 类河长占 21.7%。2009 年, 对新疆境内 41 条主要河流、73 个重点河段进行了监测与评价。评价河长 6 415.5 km, 符合和优于地面水环境质量Ⅲ类标准的河长占总评价河长的 96.8%, 其中 I、II 类河长占 89.2%; 劣于Ⅲ类水河长占 3.2%, 其中劣于 V 类河长占 1.4%。与全国地表水水质状况相比, 新疆河流总体水质状况

良好, 但局部地区问题突出^[1]。污染河流主要是水磨河(化学需氧量、氨氮、生化需氧量超标)、克孜河(化学需氧量、氨氮、生化需氧量超标)、塔里木河干流(氟化物超标)。城市河段的主要污染指标是化学需氧量和氨氮。由于受自然地理条件的影响, 个别河段的总硬度和氯化物含量偏高。

2.2 湖泊、水库水质 2009 年, 对新疆境内 10 座水库、4 个湖泊的水质进行监测。乌伦古湖、艾比湖水质为劣于 V 类, 超标项目为化学需氧量、氟化物以及高锰酸盐指数; 赛里木湖水质为 II 类; 博斯腾湖监测了大河口、扬水站、金沙滩和黄水沟部分水域, 监控面积 251 km², 其中 II 类水域 11 km², III 类水域 200 km², V 类水域 40 km², 博斯腾湖主要超标项目为化学需氧量和五日生化需氧量(COD₅)。

对湖泊、水库的营养状态评价表明, 小海子水库、黑孜水库、乌鲁瓦提水库、635 水库、福海水库、柳沟水库、夹河子水库、乌拉泊水库均属于中营养; 猛进水库、蘑菇湖水库属于中富营养。赛里木湖、乌伦古湖、艾比湖属于中营养, 博斯腾湖黄水沟区属于轻富营养, 其他区域属于中营养。

2.3 平原区地下水水质 根据地下水资源质量评价结果, 新疆平原区开采层地下水资源质量优于Ⅲ级水的面积占总面积的 58.3%, 总体上北疆、东疆的地下水资源质量明显优于南疆。地下水污染项目主要为氨氮、总大肠杆菌群, 水质污染区面积为 6 501 km², 占全区绿洲总面积的 9.5%。

2.4 饮用水源地水环境质量状况 从新疆水利厅组织开展的 9 个 20 万人口以上城市的 23 个主要供水水源水质监测数据看, 水源地水质良好, 只有喀什市水源地水质天然指标中的硫酸盐、氯化物超标。通过对全疆水污染总体情况的分析可知, 新疆河流污染的主要特征为工业污染源非常集中, 大部分污染集中在少数几个城市所处的开发利用区。工业污染主要以有机物污染为主, 面源污染主要为农田排水带来的盐污染。由于地球化学因素, 造成少部分河流的中下游地区一些元素含量过高。新疆存在的高氟区、低碘区、含砷区、高盐区, 属于含水层本身或补给水源所携带的各种有害、有毒元素溶于水中所造成的自然污染。

作者简介 段维东(1967—), 男, 甘肃酒泉人, 工程师, 从事农田水利研究。* 通讯作者, 硕士, 从事节水灌溉理论与技术研究。

收稿日期 2016-12-21

2.5 废污水排放现状 据《2009 年新疆水资源公报》^[1] 统计,2009 年新疆城镇用水量为 $21.600 \times 10^8 \text{ m}^3$ (含地下水 $11.680 \times 10^8 \text{ m}^3$),其中第二产业用水量(包括工业用水和建筑用水) $11.790 \times 10^8 \text{ m}^3$ (其中地下水 $5.360 \times 10^8 \text{ m}^3$),占总用水量的 54.6%;居民生活用水量 $8.270 \times 10^8 \text{ m}^3$ (含地下水 $5.560 \times 10^8 \text{ m}^3$);第三产业(公共服务业)用水量 $1.540 \times$

10^8 m^3 。2009 年新疆污水排放总量为 $8.499 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中城镇生活污水排放量 $3.105 \times 10^8 \text{ m}^3$,占废水排放总量的 36.5%;第三产业污水排放量 $4.562 \times 10^8 \text{ m}^3$,占废水排放总量的 53.7%;第三产业污水排放量 $0.831 \times 10^8 \text{ m}^3$,占废水排放总量的 9.78%。2009 年新疆总用水量比 2008 年增加 6.2%,而总排水量比 2008 年增加了 2.3% (图 1)。

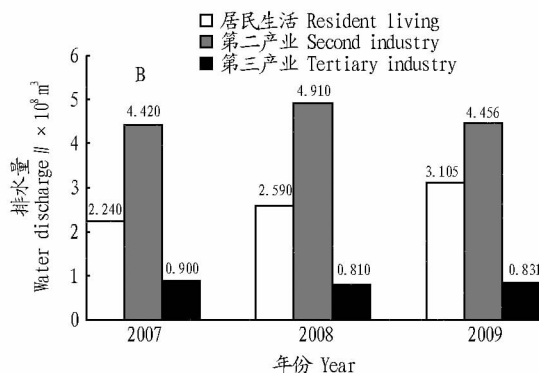
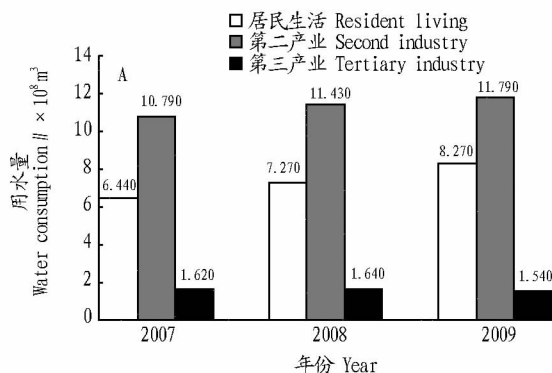


图 1 2007—2009 年新疆用水量和排水量的比较

Fig. 1 The water consumption and water discharge in Xinjiang during 2007 – 2009

3 新疆水环境存在的问题

由于受生产力发展水平的影响,长期以来,新疆对水环境保护工作的认识不足,通常仅注重水资源的开发、利用和整治,忽视了水资源节约和保护工作,水环境保护法律法规方面的工作薄弱。近年来,随着国民经济的迅速发展、灌溉面积的增加和人口的增长,引用水量大幅增加,同时排入水体中的污染物质也不断增加,水环境问题日益突出。

3.1 水资源短缺,生态环境恶化 新疆气候干旱,降雨稀少,且蒸发量大,水资源时空分布极不均衡,随着人口的增长、灌溉面积的增加,引用水量大幅度增加,挤占了生态水,使水资源供给严重不足,特别是经济发达的天山北坡经济带和吐哈盆地,其经济发展已超过了当地水资源承载能力,而塔里木河流域则是以牺牲生态环境质量为代价,由此产生了一系列主要环境问题:①沙漠化扩大、灌区土壤次生盐碱化面积扩大;②河湖缩小、天然草场缩小、天然林地缩小,如塔里木河下游因来水剧减,植被大面积减少,两岸的绿色带逐渐衰败;罗布泊、玛纳斯湖等湖泊干涸;吐鲁番地区的艾丁湖、博尔塔拉蒙古自治州的艾比湖水域面积萎缩。

3.2 地下严重水超采,水环境污染加重 从新疆 20 年多年地下水动态监测资料来看,地下水位持续下降的地区主要分布在天山北麓、吐鲁番—哈密盆地。昌吉州灌区 80% 的监测井水位呈下降趋势,平均下降 3 m 以上,局部地带形成降落漏斗,如奇台县降落漏斗面积 $1\,197 \text{ km}^2$,中心水位下降 $6.0 \sim 7.5 \text{ m}$,用水已超过了奇台县水资源的承载能力。哈密市降落漏斗面积 $1\,106 \text{ km}^2$,漏斗中心水位累计下降 12.0 m ,平均下降速率为 0.3 m/a 。根据初步的地下水超采区划定结果,新疆地下水超采量已达 $17 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。由于区域水位下降,引发泉水(坎儿井)流量衰减、水质恶化等不良现象。例如,石河子市 30 年泉水流量年均减少 $0.414 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。吐鲁番地区 1 337 条坎儿井仅剩 404 条,乌鲁木齐市红山以下河谷区水质

已不适宜饮用,自来水公司三宫水源地停止供水^[2]。

近年来,一些地区水资源短缺,已经开始制约当地经济社会的进一步发展;另一些地区,由于水环境的污染,使水体已不具有原有的功能。在水资源严重不足的同时,由于大量污水未经处理就直接排入水域,加上水资源开发利用不合理,导致水环境恶化,加剧了水资源的紧张状况,从而造成一些集中饮用水水源被迫停止使用,而寻找和建设新水源又需要耗费巨额投资,如库尔勒市在焉耆盆地建设水源地。

3.3 工业和生活污水排放造成城市水环境质量持续下降 全疆工业废水排放量的 60% 以上集中在城市及其近郊区域,且废水的治理率、治理达标率较低,致使城市河流、湖泊污染物增加。此外,随着城市人口的增加,生活污水排放量呈逐年上升趋势。生活污水处理率的增长却跟不上生活污水排放量增长的速度,导致更多未经处理的生活污水进入城市水体,其有害物化学需氧量、氨氮、生化需氧量、悬浮物等对水体产生影响,造成城市水环境受到一定程度的污染。少数河流成为排污河道,如乌鲁木齐市的水磨河水体质量连年下降,中下游段已逐渐成为污水沟而失去了原有的水体功能;喀什地区的吐曼河、克孜河也受到生活污水的污染,水质逐年下降。

3.4 农田排水泄入河道,致使河流水质成化 新疆部分河流的水质恶化主要是由灌区农田高矿化度排水造成的。一般较小的河流流出口以后,河水几乎全部被引入灌区,而较大的河流在被引用后仍有部分水量从河道下泄至平原区,下泄的水量又接纳了大量的农田排水。随着农垦面积的大幅度增加,上游来水量逐渐减少,而农田排水量逐渐增加,造成水中盐分聚集,再加上蒸发浓缩,水体矿化度可达数克/升^[3]。因源流区及干流上中游高矿化度水的排入,塔里木河中下游几乎成为排水排盐的出路和纳污河道,水中含盐量连年上升,趋于成化。由于农田排水,孔雀河、克孜河等河流水

质也出现成化趋势,结果造成孔雀河河畔的库尔勒市集中饮用水源地的水质不符合饮用水卫生标准,迫使其在 50 km 外的焉耆县耗费巨额投资建设新水源地。

3.5 湖泊萎缩、水库淤积、水质恶化、水体富营养化加剧 湖泊、水库存在的主要环境问题表现为湖泊萎缩、水库淤积、水质恶化、水体富营养化、水生态环境破坏与水质成化等。水质恶化和水体富营养化已成为近年来比较突出的环境问题。一方面,人类活动致使入湖水量减少,一些湖、库被大量排入工业及生活污水;另一方面,过量的水土流失,使湖、库汇入大量的氮、磷等营养物质,对湖库营养状态产生很大影响,加上湖、库水循环缓慢,造成水质恶化及水体功能下降。蘑菇湖水库因多年接纳石河子市生活污水和工业废水,水质污染严重,水体处于超富营养化状态,已失去渔业养殖功能;博斯腾湖水质成化,水质受到轻微有机污染,水体已属于轻度富营养化状态^[2]。

3.6 用水效率低,浪费现象严重 目前,新疆水资源一方面紧缺,另一方面因经济社会发展的粗放性造成水资源利用率降低,农业灌溉耗水量大,工业用水重复利用率低,用水浪费和利用效率不高现象普遍。相当多的企业没有建立节约用水的管理制度,工业用水定额不完善;不少企业供水管道和用水设备的“跑冒滴漏”现象严重,浪费和漏失的水量高于取水量的 15%。城市供水管网漏失率高,节水器具普及率不高,居民节水意识还相当薄弱。

4 新疆水环境保护措施

水环境保护是一项十分重要也十分复杂的系统工程^[4]。为保证新疆水资源的可持续利用,使经济、生态、环境、得以协调发展,必须采取合理有效的工程措施和监督管理措施^[5],进行污染源综合防治。

4.1 点污染源的防治措施

4.1.1 建设城镇污水处理及回用设施。城市污水处理工程是防止水域污染、改善环境的主体工程。污水处理的目的是用各种方法将污水中所含的污染物质分离出来,或将其转化为无害的物质,从而使污水得到净化。为有效控制水体污染,应对各类废水进行妥善的收集和处理,建立完善的排水系统及污(废)水处理厂,使污(废)水排入水体前达到排放标准。

城镇污水处理要根据污染源排放的途径和特点,因地制宜地采用集中处理和分散处理相结合的方式。对小城镇或与市政公共下水道距离较远的零散分布居民区,要就地建设配套污水处理设施。大型公共建筑、公共供水管网覆盖范围内的自备水源单位和大型居住小区,都应建立中水系统。

4.1.2 工业废水污染控制措施。工业废水是影响新疆水环境的主要污染源。对工业废水污染防治必须采取综合性的防治对策措施,应从宏观性控制、技术控制以及管理控制 3 个方面入手,其中推行清洁生产及节水减污是控制工业废水污染最重要的对策措施。①宏观性控制措施。遵循可持续发展的原则,在进行工业规划和布局时,合理安排,统筹考虑,与水资源开发利用与保护相协调。尽量减少重污染、高

耗水、排污多的企业,积极发展低能耗、排污少的高新技术企业,从源头上减少污染物的排放。②加强对工业企业的技术改造,鼓励工业企业建立 ISO14000 环境管理体系^[6],推动其实施清洁生产。重点要抓好造纸、石油加工、炼焦、食品、采掘、纺织及黑色金属冶炼等重点污染行业的控制和治理。③强化水资源保护管理,全面推行污染物排放总量控制与取水许可证制度。开展污水综合利用,加强工业企业内的终端处理。

4.2 面污染源的防治措施 新疆面源污染主要来自以下方面:农田施用农药、化肥,家禽、家畜的排泄物,城市垃圾,厂矿废渣及水土流失等。

4.2.1 农业面污染源的防治。面源污染的载体主要是地表径流,污染物质主要是氮、磷等营养物质和农药。目前,新疆许多河流及水库水体中总磷、总氮含量偏高,一方面,农业生产中施用大量的化肥、农药,残留于土壤中的氮、磷和农药通过地表径流等途径流入水体;另一方面,不合理的垦荒、耕作、灌溉引起的水土流失,使污染物汇入河中。对以上原因产生的面源污染,要从合理使用农药、化肥和减少水土流失等方面来考虑防治措施。①科学合理施用化肥、农药,积极发展生态农业。新疆化肥年使用量在 2.00×10^6 t 左右,但利用率只有 30% ~ 40%。因此,最经济有效的控制面源污染,应从改进农业生产耕作布局,合理灌溉,科学合理施用化肥和农药,控制农田排水,加强农田管理,控制水土流失等方面入手进行农田污染控制。使用农药要选择使用高效、低毒、低残留农药,严格遵守我国《农药安全使用标准》和《IX 农药合理使用标准》^[7]。积极发展生态农业,增加有机肥施用量,减少化肥施用量,使生态系统中产生的营养物质在系统中循环利用,而不排入水体。②封山育林、涵养水源、防止水土流失。加强现有植被的保护,封山育林,避免过度放牧,营造平原地区林带,提高植被覆盖率,涵养水源、减少水土流失,改善绿洲外围环境。

4.2.2 畜禽养殖场废水控制。畜禽养殖场废水包括畜禽粪尿及冲洗废水。这类废水污染物含量很高,特别是氮、磷等营养素负荷高,并含有致病菌病毒物质。对于集约式养殖,畜禽养殖场粪尿及废水一定要进行有效的处理和无害化利用,达到《畜禽养殖业污染物排放标准》(GB 18596—2001)才允许外排。

4.2.3 生活垃圾和固体废物。对城镇生活垃圾应采取卫生填埋和堆肥的处理方式,严禁乱倾倒生活垃圾和固体废物。城镇应逐步建立生活垃圾处理厂,并加速农村城镇化,以利于污水的集中处理和农村固体废弃物的资源化、无害化处理和处置。

4.3 农田排水控制工程 农田排水是影响河流,尤其是塔里木河流域水环境质量的主要因素,是农业污染物进入河流、湖泊和水库的主要载体。针对灌区农田高矿化排水问题,主要采取以下措施:①科学规划排水系统,严格控制和减少排入河流的高矿化水。建立和完善塔里木河源流区及干

(下转第 131 页)

- [24] 孙静. 收涩类中药对小鼠肝癌血道及淋巴道转移的影响[J]. 中药新药与临床药理, 2008, 19(5): 347–350.
- [25] 沈红梅, 程涛, 乔传卓, 等. 乌梅的体外抗肿瘤活性及免疫调节作用初探[J]. 中国中药杂志, 1995, 20(6): 365–384.
- [26] JEONG J T, MOON J H, PARK K H, et al. Isolation and characterization of a new compound from *Prunus mume* fruit that inhibits cancer cells[J]. Journal of agricultural & food chemistry, 2006, 54(6): 2123–2128.
- [27] ADACHI M, SUZUKI Y, MIZUTA T, et al. The “*Prunus mume* Sieb. et Zucc” (Ume) is a rich natural source of novel anti-cancer substance[J]. International journal of food properties, 2007, 10(10): 375–384.
- [28] NAKAGAWA A, SAWADA T, OKADA T, et al. New antineoplastic agent, MK615, from UME (a variety of) Japanese apricot inhibits growth of breast cancer cells *in vitro*[J]. The breast journal, 2007, 13(1): 44–49.
- [29] OKADA T, SAWADA T, OSAWA T, et al. MK615 inhibits pancreatic cancer cell growth by dual inhibition of Aurora A and B kinases[J]. World journal of gastroenterology, 2008, 14(9): 1378–1382.
- [30] SAKURAOKA Y, SAWADA T, SHIRAKI T, et al. MK615 decreases RAGE expression and inhibits TAGE-induced proliferation in hepatocellular carcinoma cells[J]. World journal of gastroenterology, 2010, 16(42): 5334–5341.
- [31] MORI S, SAWADA T T, OHSAWA T, et al. New anti-proliferative agent, MK615, from Japanese apricot “*Prunus mume*” induces striking autophagy in colon cancer cells *in vitro*[J]. World journal of gastroenterology, 2007, 13(48): 6512–6517.
- [32] YAMAI H, SAWADA N, YOSHIDA T, et al. Triterpenes augment the inhibitory effects of anticancer drugs on growth of human esophageal carcinoma cells *in vitro* and suppress experimental metastasis *in vivo*[J]. International journal of cancer, 2009, 125(4): 952–960.
- [33] TADA K, KAWAHARA K, MATSUSHITA S, et al. MK615, a *Prunus mume* Sieb. Et Zucc (‘Ume’) extract, attenuates the growth of A375 melanoma cells by inhibiting the ERK1/2-Id-1 pathway[J]. Phytotherapy research, 2012, 26(6): 833–838.
- [34] MATSUSHITA S, TADA K, KAWAHARA K, et al. Advanced malignant melanoma responding to *Prunus mume* Sieb. Et Zucc (Ume) extract; Case report and *in vitro* study[J]. Experimental and therapeutic medicine, 2010, 1(1): 569–574.
- [35] SUNAGA N, HIRAIISHI K, ISHIZUKA T, et al. MK615, A Compound extract from the Japanese apricot “*Prunus mume*” inhibits *in vitro* cell growth and interleukin-8 expression in non-small cell lung cancer cells[J]. Journal of cancer science & therapy, 2012, 11(2): 1–7.
- [36] HATTORI M, KAWAKAMI K, AKIMOTO M, et al. Antitumor effect of Japanese apricot extract (MK615) on human cancer cells *in vitro* and *in vivo* through a reactive oxygen species-dependent mechanism[J]. Tumori, 2013, 99(99): 239–248.
- [37] HOSHINO T, TAKAGI H, NAGANUMA A, et al. Advanced hepatocellular carcinoma responds to MK615, a compound extract from the Japanese apricot “*Prunus mume*”[J]. World journal of hepatology, 2013, 5(10): 596–600.
- [38] LEE J A, KO J H, JUNG B G, et al. Fermented *Prunus mume* with probiotics inhibits 7, 12-dimethylbenz[a]anthracene and 12-*o*-tetradecanoyl phorbol-13-acetate induced skin carcinogenesis through alleviation of oxidative stress[J]. Asian pacific journal of cancer prevention: Apjcp, 2013, 14(5): 2973–2978.
- [39] CHOI S W, HUR N Y, AHN S C, et al. Isolation and structural determination of squalene synthase inhibitor from *Prunus mume* fruit[J]. Journal of microbiology & biotechnology, 2007, 17(12): 1970–1975.
- [40] YEUNG M F, CHE C T. Literature review on pharmaceutical activities of oleanolic acid[J]. Natura prona medica, 2009, 2: 291–298.
- [41] SHIN E J, HUR H J, SUNG M J, et al. Ethanol extract of the *Prunus mume* fruits stimulates glucose uptake by regulating PPAR- γ in C2C12 myotubes and ameliorates glucose intolerance and fat accumulation in mice fed a high-fat diet[J]. Food chemistry, 2013, 141(4): 4115–4121.
- [42] BERETTA A, ACCINNI R, DELLANOCE C, et al. Efficacy of a Standardized extract of *Prunus mume* in liver protection and redox homeostasis: A randomized, double-blind, placebo-controlled study[J]. Phytotherapy research, 2016, 30(6): 949–955.
- [43] 陈仲新, 资晓红, 刘爱文, 等. 山楂乌梅降脂茶对高脂血症大鼠血脂和血液流变学的影响[J]. 中国医药导报, 2007, 13(9): 71–72.
- [44] 孙蓉, 刘持年, 王平, 等. 乌梅、生姜对二陈汤降脂作用影响的实验研究[J]. 中药药理与临床, 2000, 16(4): 10–11.
- [45] XIA D Z, WU X Q, YANG Q, et al. Anti-obesity and hypolipidemic effects of a functional formula containing *Prunus mume* in mice fed high-fat diet[J]. African journal of biotechnology, 2010, 9(16): 2463–2467.
- [46] 夏道宗, 潘东曼, 龚金炎, 等. 青梅提取物防治氧嗪酸钾致小鼠高尿酸血症的研究[J]. 现代食品科技, 2013, 29(1): 8–10.
- [47] 夏道宗, 潘东曼, 张英, 等. 青梅提取物对酵母膏诱导小鼠高尿酸血症的拮抗效应研究[J]. 中国食品学报, 2013, 13(8): 15–20.
- [48] 于建伟, 王桐, 董丛超, 等. 青梅提取物改善痛风和高尿酸血症的研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(17): 351–353.
- [49] KONO R, OKUNO Y, INADA K, et al. A *Prunus mume* extract stimulated the proliferation and differentiation of osteoblastic MC3T3-E1 cells[J]. Bioscience biotechnology & biochemistry, 2011, 75(10): 1907–1911.
- [50] YAN X T, LEE S H, LI W, et al. Evaluation of the antioxidant and anti-osteoporosis activities of chemical constituents of the fruits of *Prunus mume*[J]. Food chemistry, 2014, 156(5): 408–415.
- [51] YAN X T, LI W, SUN Y N, et al. Identification and biological evaluation of flavonoids from the fruits of *Prunus mume*[J]. Bioorganic and medicinal chemistry letters, 2014, 45(33): 1397–1402.
- [52] YAN X T, LEE S H, LI W, et al. Terpenes and sterols from the fruits of *Prunus mume* and their inhibitory effects on osteoclast differentiation by suppressing tartrate-resistant acid phosphatase activity[J]. Archives of pharmacological research, 2015, 38(2): 186–192.
- [53] MORIMOTO Y, KIKUCHI K, ITO T, et al. MK615 attenuates porphyromonas gingivalis lipopolysaccharide-induced pro-inflammatory cytokine release via MAPK inactivation in murine macrophage-like RAW264. 7 cells[J]. biochemical & biophysical research Communications, 2009, 389(1): 90–94.
- [54] JUNG B G, CHO S J, KOH H B, et al. Fermented Maesil (*Prunus mume*) with probiotics inhibits development of atopic dermatitis-like skin lesions in NC/Nga mice[J]. Veterinary dermatology, 2010, 21(2): 184–191.
- [55] 张新杰, 马宗华. 乌梅丸对溃疡性结肠炎实验大鼠血清 IL-6 和 IL-10 水平的影响[J]. 中医学报, 2015(1): 74–76.
- [56] TSUJI R, KOIZUMI H, FUJIWARA D. Effects of a plum (*Prunus mume* Siebold and Zucc.) ethanol extract on the immune system *in vivo* and *in vitro*[J]. Bioscience biotechnology and biochemistry, 2011, 75(10): 2011–2013.
- [57] JUNG B G, KO J H, CHO S J, et al. Immune-enhancing effect of fermented maesil (*Prunus mume* Siebold & Zucc.) with probiotics against Bordetella bronchiseptica in mice[J]. Journal of veterinary medical science, 2010, 72(9): 1195–1202.

(上接第 74 页)

流灌区农田排水系统, 实施农田高矿化排水与河流分离, 限制高矿化水排入河道。②咸淡分流, 排水与洪水分流。对水质影响较大的农田排水干渠, 通过工程措施, 借助地形条件, 避免高矿化排水引入河道。同时建设相应的工程措施, 实施咸淡水分流、排水与洪水分流工程。农田排水, 尽管水质很差, 但作为耐盐植物的生态用水是非常宝贵的。

参考文献

- [1] 新疆水利厅. 2009 年新疆水资源公报[R]. 乌鲁木齐: 新疆水利厅, 2010.

- [2] 周聿超. 新疆河流水文水资源[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1998: 1–97, 323–326.
- [3] 万本太. 中国环境监测技术路线研究[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2003: 1–14, 62–117.
- [4] 彭文启, 张祥伟. 现代水环境质量评价理论与方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 226–229.
- [5] 汤奇成, 曲耀光, 周聿超. 中国干旱区水文及水资源利用[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 119–126.
- [6] 韩凤霞, 邢大韦. 西北干旱区的水环境问题[J]. 干旱区地理, 1993, 16(4): 19–23.
- [7] 高娟, 李贵宝, 华珞. 地表水环境监测进展与问题探讨[J]. 水资源保护, 1996, 22(1): 5–8.