

水在电场、磁场作用下物理性质变化及其影响

李冠成 康永林* 李明 卢佃清 邵礼堂

(淮海工学院基础科学系 连云港 222005)

电场、磁场处理水的研究和应用已有几十年的历史。国内外许多学者对电场、磁场处理水的物理性质做过反复的对比实验,取得了大量有价值的数据和结论。目前世界上很多国家都感到了水资源的宝贵和环境保护的

重要。在新的世纪开始的时候,总结并进一步开展这项研究工作,对于保护环境及充分和科学地利用水资源是非常必要的。

一、磁场作用下物理性质变化及其影响

经磁场处理的水,水的渗透压、表面张力、粘滞系数、pH值、介电常数和电导率等均有不同程度的变化。而且一般水溶液的变化比纯水要大一些。磁场处理水对盐的溶解度有所增大;某些气体(如 O_2 和 CO_2)在磁场处理水中的溶解度也增大。另外发现磁场处理水的生物活性增加,并且具有一定的杀菌效果。

但水在磁场中流动或静止处理的两种方式下,其理化性质发生变化却有着显著差异,其他条件不同时,其理化性质所发生的变化也或大或小有一些差异。

1. 磁场处理水在阻垢和缓解金属腐蚀方面的作用

一般认为,水在经磁场处理时,加快了溶液内部的结晶作用,从而使盐类在受热面上的直接结晶和坚硬沉积大大减少,起到防垢的作用。研究表明磁场的阻垢效果同磁场强度、溶液过饱和度、流速及溶液中各种离子等均有密切关系。一般来说铁和钢的腐蚀率在磁场作用下增加;铝和锌的腐蚀率降低。

2. 磁化水对农作物的增产效应和对臭氧的保护作用

俄罗斯用磁化水浇灌,可使向日葵高度增加21%,蕃茄增加18%,豌豆增加14%,使玉米杆增粗26%,水稻增产18%,大豆增产28%,甜菜增产20%,葱增产29%;使豌豆、大豆、葡萄、蕃茄、黄瓜、玉米的



开花期和成熟期提前1—3天。国内使用磁化水使萝卜增产48%,黄瓜增产57%,油菜增产60%。臭氧对农作物有明显的危害作用,磁化水对此有一定防护作用,且臭氧影响愈大,磁化水的作用愈明显。

3. 磁化对啤酒和矿泉水的影响

在磁场中的鲜啤酒,10天后酒液尚清亮透明,表明磁场对鲜啤酒有抑菌作用。经磁场处理的啤酒双乙酰的含量降低,并且处理时间越长,双乙酰含量降低越明显,从而抗氧化作用越强。

紫外线照射矿泉水能起到杀菌的作用,红外线照射能活化矿泉水,磁场的作用除本身具有杀菌作用外还能提高矿泉水对这两种射线的吸收率。

4. 磁化水对游泳池和污水的处理作用

贝克(I. Baker)1996年发现磁处理可增加游泳池自由氯含量13%,从而强化了杀菌功能。武汉水利电力大学郭银松(1996)用电磁设备(500—3000 Gauss)对城市污水进行磁化实验的研究,发现磁化能引起 BOD_5 、 COD_{Cr} 、藻类生产和细菌总数等一系列污染指标呈周期性异常变化,可增加悬浮物的沉降速度,去除部分 DOD_{Cr} 和 BOD_5 ;安装在氧化塘进水口,可促进藻菌互生,提高氧化塘净化效率。

近年来,磁场处理水已不局限于单纯的磁处理,而是与其他处理方法结合在一起,如红外辐射、超声波、投加化学药剂等。

二、磁场作用于水理化性质变化的机理

1. 一般的机理研究

磁场处理水会破坏水中原来的结构,使较大的缔合水分子集团变成较小的缔合水分子集团,甚至是单个的水分子。而且磁场处理还可以破坏水溶液中离子的水合状态,使水溶液内部结构发生更大程度的变化,所以水溶液的磁场处理效应比纯水更显著些。

当水合离子以一定的流速通过磁场时,会受到洛仑兹力的作用,做螺旋式的圆周运动,并且正、负离子旋转的方向相反,这有可能将连接在它们之间

* 北京科技大学博士生导师

的氢键扭断。这里的矛盾是磁场对水做功与氢键能之间的巨大能量差别(据计算,磁场强度为100MT时,磁场对水做功仅为 $0.105 \times 10^{-6} \text{J/mol}$,而氢键的键能为16—25kJ/mol)。这里不能机械地将存在于水中的氢键看作是像化学键那样固定不变的作用力。氢键是一种分子间的力,在液态的水中,它处于一种不停地断开、结合的动态平衡中。这个动态平衡所需要的能量,是可以由水分子热运动来提供的。磁场在处理水时的作用可能是促使氢键向断开的方向变化,而不是提供使氢键断开时所需要的全部能量。

2. 磁化水作用于农作物物化性质变化的机理

磁化水对植物的增产作用,不单表现在促进细胞分裂和生长上,而更主要的是能改善植物的代谢机能。光谱测定证实水分子在正常情况下,氧原子与氢原子连成一个等腰三角形,其顶角 105° ,如图1,但在磁力作用下,水分子首先作定向排列,如图2。

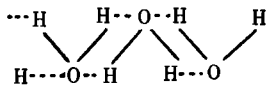


图 1

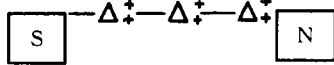


图 2

进而氢键被拉断,键角变形,角度小于 105° ,减少了缔合度,水分子变小,容易透过细胞的半透性膜,从而改善了营养物质的运输及利用。

3. 磁场作用于矿泉水性质变化的机理

光子和磁场对矿泉水协同处理时,有下列反应式进行 $1/2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{E} + \text{h}\nu \rightarrow (\text{H}_2\text{O}_2)$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{h}\nu \rightarrow 2\text{OH}$, E为磁场强度,氧化氢(H_2O_2)和羟基(OH)具有极强的杀菌能力。另一方面矿泉水在它们的协同作用下改变了矿泉水中各种离子的水合状态。使某些分子或离子处于活化状态,提高了矿泉水的品质。

到目前为止有些磁化现象的机理有较满意的解释,但像磁场处理啤酒物理性质的变化机理解释起来就很困难,而有一些磁化现象的机理现在还解释不了。

三、电场作用下水的物理性质变化及其影响

在相同电场强度的条件下,水的透光率随处理时间增加而减小;在相同处理时间的条件下,水的透

光率随电场强度增强而减小;水中离子数随电场处理时间的增加而增加,经过电场处理后的水中生成的离子具有很强的顺磁性,它们是超氧阴离子;水经电场处理后,水中含氧量增加,并随着电场强度和处时间增加而增多;水经电场处理后,水中出现过量的离子态水合物,这除了超氧阴离子外,还有自由基和质子,它们具有长期存放的稳定性。

水经电场处理后,水中的氧分子应分成两部分:一部分是可以与空气中的氧气自由交换的自由氧分子;另一部分是处于被水分子包围的离子态氧,即超氧阴离子自由基,这一点可从质子核磁纵向弛豫时间的结果得到证实。

水中鱼胚胎受适当强度的电场处理后能使其孵化率和存活率提高,后期生长速度加快。但过量的电场处理会出现胚胎死亡及鱼苗畸变这是因为水分子是电极性分子,在电场作用下能获得附加的电能而在其平衡位置附近作往复振动。每个水分子其平均能量可达 $2.5 \times 10^{-5} \text{eV}$ 左右。由于电场作用使空气电离产生的加速粒子能量则高达 7.5eV ,而水分子中氢氧键的键能仅 4.6eV ,故它们完全可能使水中部分水分子分解成 OH^- 和 H^+ 。可见电场和磁场都能使氢氧键断开,但途径是不一样的。其中的 OH^- 中的电子在电场催化下被水中氧分子俘获后生成超氧阴离子自由基,在水分子的包围下形成稳定的水合物。这时,由于水中自由氧分子的丧失,浓度降低,与空气中的氧分压失去平衡,致使空气中的氧分子向水中进行扩散,导致水中氧含量随电场强度和处时间的增加而增多。但若电场强度和时间增加过大,也会导致超氧阴离子自由基的增多。在生命体内适量的超氧阴离子自由基具有代谢贮能、转化排废及防御消毒的作用,过量会破坏脂质,损害核酸,破坏碳水化合物及蛋白质,对生命体带来危害。所以上述所加电场强度和时间要适当。

实验结果表明,电场和脉冲电场对水具有大致相同的处理效果。而高频电场处理水具有良好的防垢、脱垢效果,且对环境和水质不产生任何影响。

水在电场和磁场作用下,其理化性质的变化已被广泛地应用到环保和工农业生产中,但水在电场和磁场共同作用下其理化性质的变化方面的报道还很少,特别是电场和磁场作用下水的理化性质变化的机理研究方面的论述则更少,我们期待着随着水的重要性被人们日益重视,这方面的研究一定会多起来。