

水的结构和生理功能

The Structure and Physiological Functions of Water

李里特

(中国农业大学,教授、博士 北京 100083)

水和人体健康

水不仅和食品有着十分密切的关系,而且可以说是所有生物的最重要成分。生物体包括人体,一般含水都在60%以上,婴儿甚至占到80%。食品中除干制品外,含水都在65~90%之间。

水似乎是最普通、最简单不过的物质,然而,随着近年来对水的生理作用研究的展开,水又变得那么神秘而深奥。近来,在饮料市场,在我们的生活里,出现了许多陌生的水,什么“活化水”、“功能性水”、“磁化水”、“矿泉水”、“自然回归水”、“天然水”、“碱性水”、“超酸化水”、“超纯水”、“ π -water”、“LF-water”(共鸣场水)、“design water”、“六环水”、“植物种子发酵矿化精提水”等等,其名目之繁多、内容之奇妙可谓前所未有。水在这些方面引起的种种轰动也由此可见一斑。国外去年甚至成立了功能性水研究会,开始了划时代的水研究工程。

其实自古以来,水对人的健康作用就受到先人的重视。常常有一些关于“神泉”、“神水”、“圣水”、“药井”的记载和传说,声言其水能治病强身等等。过去,这些一般都被当成迷信,没有被重视。现代科学对水的重新认识,正促使一些研究人员对过去某些传说进行新的研究和评价。

神秘来自水的特殊结构

水有许多特殊的性质,近年来引起人们的关注。例如:水在结冰时体积反而增大;毛细管中的水或生体内水,它们也被称为间隙水,可以在-100℃也不冻;在2个平行板中间如果充满纯水,其分离压和粘度在15℃、30℃、45℃呈极大值,这几个温度也正是动物的生理活性不连续点,而且有显著不好的影响。以上这些都是以往不可思议的现象。因此人们开始用各种手段揭示水的奥秘。水分子式是 H_2O ,分子量只有18,然而它却在常温下以液态存在,这些性质在同族元素类似化合物中都比较反

常,因为一般周期表上侧元素的化合物分子量越小,熔点、沸点这些热物性值也越小。例如,第Ⅵ族元素的氢化物 H_2S (分子量34)、 H_2Se (分子量81)、 H_2Te (分子量129.6)等都符合这一规律,它们在常温下都是气体。按此推算,水的熔点、沸点应分别为-110℃和-85℃。可是实际上水的熔点和沸点比这一理论值分别高了110℃和185℃。可见水中的分子应该以更大的分子团形式存在,目前这一猜想已为许多实验所证实。水的特异性质主要基于它的如下特殊分子构造:

1. 氧原子和2个氢原子的结合角为105度,受外界作用影响时,容易发生变化。

2. 氧原子的负极性较大,氢原子的电子受氧原子的吸引。负极中心与正电荷中心不重合,整个分子为极性分子。

3. 水分子之间除范德华力外,还可由弱的氢键结合为大的水分子团(Cluster),这种水分子团具有间隙较大的结晶构造,如图1所示。

4. 水分子团的这种构造是一种动态结合,其稳定存在时间只有 10^{-12} 秒左右,即不断有水分子加入某个水分子团,又有水分子离开水分子团。而水分子团的大小只是个平均数。在室温中,一般水的水分子团大小约为30~40个水分子。不仅水的分子团的大小不一样,而且随时发生变化。也就是说水的水分子团是一种动态结构。

5. 水分子团的大小与水的温度、离子浓度和变化经历有关,电场、磁场、声波、红外线等都可对水分子团的结构变化施加影响。

看来水的神秘在于它的这种水分子团结构。尽管这种结构的稳定存在时间只有 10^{-12} 秒左右,然而对其与周围物质的结合,尤其是生理物质的反应影响很大。而且,由于用上述电、磁、声、光等物理方法,改变水的结构比较容易,即所需能量极小,这就给水分子团结构的改造带来无限可能。这种用电磁场等处理方法对水结构进行改造,达到赋予水或某种液体食品生理功能的方法被称为“Water design”技术。最近一些关于“磁化水”、“活化水”、“功能化

水”、“ π -Water”、“LF-Water”、“电子水”等的提法概出于此。

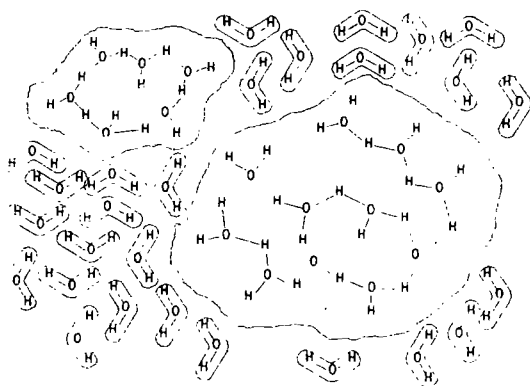


图1 水的分子团结构示意图

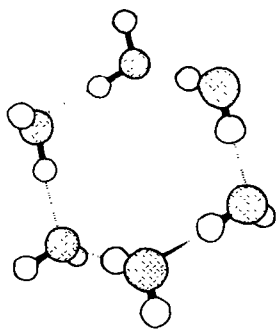


图2 以冰构造为基础的六环水构造

健康和水

水的这种构造虽然不太稳定,但对水在生理反应中所起的作用很大。人们发现,水分子团越小,活性越大,这种水喝起来也越好喝;而水分子团越大,活性越小,也不好喝。许多实验证明:改变水的结构时对生物的生理反应有很大影响。有人提出作为饮料的水,具有五个水分子或六个水分子的小分子团结构的水,即所谓“五环水”、“六环水”,有很好的健康促进功能。许多研究也表明,食品的发酵、熟成、成味也与水的构造,以及这些溶质与水构造的结合状态有密切关系。

1. 生命与水

水的健康功能在于它的结构具有记忆性质。以发现维生素C获诺贝尔奖的阿尔波特曾对水作了种种研究。他发现由雪融化得到的水,还记忆着冰的结构,在柔软的冰晶格空间里,包含着各种生物体的分子,故而提出了作为冰的水是生命母体这样

著名的论断。这一论断在以后的物化研究中得到证实。例如,将金鱼用液氮作深冷处理,然后,将冻得可一击即碎的冻鱼放入水中,化冻后鱼还会复活游动。这说明水在金鱼中的构造与生命物质融合得很好,冻结时保护了金鱼的生命。

2. 人体中的水

水在人体中起什么作用?人体各部分能在数微米范围进行复杂而有规律的化学反应,水起着关键的作用。水使生化反应能够在生物体各微小单元再现,维持了生理反应的选择性。这里,水和氧、水和无机质形成了非常复杂的构造。无机质和酶的关系、不同酶群的排斥性、各种生理反应的选择性可以说无不与水有关。生理反应、物质移动,都是在构造化的水中进行的。据观察细胞周围包围着相当于几千万道尔顿分子量的水集团,有人指出这些构造集团水与蛋白和脂质一样发挥着生理功能。例如,维持红血球膜表面构造的机理是脂双层的脂质和脂质之间存在一个水膜。这个结构化的水膜,控制了红血球与周围物质的关系,同样也维持着细胞和细胞膜的功能。

生物体中DNA也一样,只有水的存在才能发挥其机能。例如,当DNA的水分减少45%时,就不再会维持双螺旋结构,因此,干燥状态的DNA虽能保存,但却不能发挥生理机能。生理膜的脂双层也是由其之间的水膜维持的。身体健康时,水膜的构造非常稳定。当水的构造遭到破坏时,细胞便衰老、死亡。已经发现,脂双层内功能水的单位是边长为11个水分子的立方体构造,相当于分子量约1331的分子团。由这些分子团再形成更巨大复杂的生理功能结构。

3. 水分子的履历现象与构造

许多试验发现水对于其构造具有所谓“记忆”效果。例如,当水为冰的状态时,会成为具有活性的中空六边形多面体构造。即使升温使水在0℃以上融化,六边形的构造信息依然被“记忆”。可是当水加热至沸腾,氢键断裂,“记忆”消失,水的分子团则变为较小的片断。这样的水即使温度降至室温,分子团构造也与从冰雪得到的水截然不同。冰雪水具有包络矿物质离子、氧等的活性结构。从对水活性结构的计算机模拟得知,最具有活性的水为六环水,即由六个水分子结成六角环形的构造水。环的中空部分具有最强的包溶能力。冰结晶融化得到的水与此构造最为接近(图2)。与六环水接近的还有五环水,然而,这个结合不够稳定。

当给水加压时,它对盐类的溶解度会大大增加,这也说明在压力下,水形成的活性结构可以被记忆,即使回到原来的低压环境,它也能维持加压增高时的溶解度。这个现象称为水的履历现象(hysteresis)。

4. 水的磁履历现象

同铁可以被磁化一样,水中所含的一些微量金属也可以被磁化。这些磁性金属有铬、锰、铁、钴、镍、铜、锌和稀土金属类。它们都有着很强的剩磁性,因此天然水有着非常强的磁记忆能力。水的这种磁履历现象有很大利用价值。研究表明具有微量磁性成分的磁化水可以保持3年以上。因此有人称这种可以保持结构记忆的水为智能物质(intelligent substance)。实际上水一般都溶有一定的氧(约2ml/l),氧也有很弱的磁性。纯水虽能被磁化,但离开磁场立刻消失。要得到具有磁性的功能水,水中应该含有微量磁性体。因此六环构造中包含矿物质或氧的天然雪水具有较高的磁记忆能力。把这种经过处理,可以保持生物活性的水也称作功能水。

5. 水的保健功能

动植物及其生命活动都与水息息相关。比如,水对微生物、酶的生化反应影响很大。最近研究表明,生物体内酶、核酸等的活动及生物膜的功能,不仅与周围水的量有关,也与周围水的状态有很大关系。水的状态也就是水分子团的构造和排列情况。

众所周知,所有物质都有其固有频率,当外部提供相同频率的能量,就会产生共鸣现象。同样在生物体中也有完全相同的现象发生。当生物发生病状时,往往是因某种原因使生物体器官本身的固有频率发生了错乱。当由外部提供能量进行某种调节,促使固有频率恢复,即可使生理回复正常。例如医学上的药物功能。维生素C具有使人恢复疲劳、防止皮肤老化等功效,其机理是因其溶于水,使水的构造发生了某种变化。而水构造的变化使其固有频率发生变化,这种变化对生物体器官的功能发挥起到好的调节作用,即它作用于生物体细胞产生了以上效果,也就是水所产生的共鸣场对生物体产生生理作用;即使维生素C不存在了,只要得到相同的共鸣场,同样可以发挥相同作用。维生素C只起到改变水的分子团构造,调节共鸣场的作用。研究证明许多物质溶于水时都可起到这种作用,当用稀释的方法除去这种物质后,被改变的共鸣场构造仍可保持。有实验表明,当给水中添加某种物质,使溶液具有某种性质,然后对溶液反复稀释,稀释率达 10^{-120} ,大大超过了阿弗加德罗常数,即从这种物质存在的浓度推算,添加的某物质已不复存在,水却还保持了原来添加某物质时的性质。这一点已超出了从前科学对水溶液性质的理解,只能用这种共鸣物理论解释。

身体的水约占70%,不仅水中含有微量磁性物质,血液中还含有大量氧。生物体的共鸣场信息就记忆在体液和血液之中,利用磁性测试仪可以测定和判断身体共鸣场的紊乱和病情。现在已有这方面

的研究,即通过记忆了健康磁场信息的磁化水对患者的生理磁场进行矫正和恢复,以对疾病进行早期发现和治疗。有人作了如下动物试验:对于长到4个月时,预设100%要患关节炎的特殊试验鼠,在其患病前一个月时,取出健康的磁性信息,并用矿化水记忆这一信息,作成健康磁化水。再用这健康磁化水投育试验鼠5个月,投育的老鼠比对照组,关节炎得到明显抑制。对照组鼠虽然投育了同样成分但未含记忆健康信息的矿化水,却全部患病。

活化水或称磁化水的惊人生理功能已有大量实验证明。英、日、美、苏在这方面取得的成果较多。根据这种对生命生理功能的促进作用,最近有人提出支持DNA对信息进行记忆和执行的应是与其共鸣场有关的水的状态。目前已可以用磁化的方法、远红外辐射的方法、压力场方法、冻结解冻的方法等对水进行功能化设计,并观察到了这些水对生物膜功能的改变和酶、激素的活性有重要影响。因此,把这样的水称之为“功能化水”。

功能性水与食品加工

功能性水除了作为饮料发挥健康和疗效等生理功能外,在食品加工中也有很好的应用前景。电磁水处理技术是功能性水制造和利用的主要领域,现将目前的研究举例如下。

1. 重叠波处理技术

所谓重叠波处理就是将装在货架或料罐中的物料与大地绝缘,给物料接通电源的一个端子,在高压交流电的正弦波上,同时叠加一个称作重叠波的高谐波。因为电路没有形成回路,只是对物料施加一个瞬时高压电负荷,所耗能量极小。然而,它在食品加工中起到奇特的效果。

研究表明:经重叠波处理的小麦粉,其面包加工性能大大提高;蒸炊米饭时,经重叠波处理后可使陈米获得新米一样的香味;水经重叠波处理可使粘度下降,食品水份活性降低,提高了保存性等等。这些效果的作用机理目前还没有明确说法,许多学者开始从水的特殊结构学来解释这一现象。

2. 远红外技术

陈酿酒比较香醇,正是因为经过长时间放置,乙醇分子被包络到水分子团结构中,形成了稳定结合(图3)。目前人们已通过远红外、电磁波等方法促使水分子与乙醇结构的形成,缩短酿酒时间。同样原理,在制面腌渍等工程中也得到应用。

3. 电解水的技术和利用

利用电解的方式处理食品加工用水,可以产生种种奇特效果。例如:这种水可以防止铁水管中产生赤铁锈;可以使水的表面张力降低;提高水的洗涤能力等等。据有关资料表明,电解水的方式主要

有两种,一种是利用外加电场电解水,另一种是利用异种金属之间的金属接触电势(Metal contact potation difference)产生电解水。

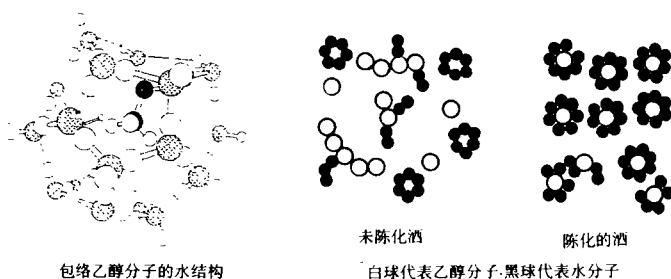


图3 酒的陈化和水结构

类似原理,虽还没彻底揭明,但从电磁场对水结构改变的角度分析的观点比较多。一位日本学者利用电气石对水实现了电解电压以下的电解。由于电压低,耗能也很微小。在微能作用下,电解产生的氢离子 H^+ 和羟离子 OH^- 处于平衡状态时,氢离子 H^+ 与水分子水和得到 H_3O^+ (Hydroniumion)。 H_3O^+ 在电场作用下向阴极移动,并被电解还原得到氢气,而 OH^- 不会被电解为氧气,这样就得到了富含 OH^- 的pH值较高的碱性水。 OH^- 与水可以水和为 $H_2O_2^-$ (Hydroxy),它具有界面活性作用。即, $H_2O_2^-$ 中的 OH^- 没有阳离子与之保持平衡,在水中处于不稳定状态,产生了疏水的性质。因此,在界面O-H的H向外,形成了具有还原性的单分子膜层。理论和实践都证明 $H_2O_2^-$ 的界面活性作用相当于HLB值在8~10左右,可形成O/W型乳浊液。

利用电气石得到的碱性水具有好的生理机能。我国古代似乎已经发现了这种磁石的神妙作用。宋代沈括《忘怀录》载,当时江南山村人家,常开掘“药井”。其法是,“择好上地,凿一井,须至深而狭小”,井底铺以块状云母石,再将紫、白石英石、钟乳石或

磁石捣如豆粒状覆以云母上,深宜数尺,“每日汲水饮,或供烹茶,酿酒作羹。”沈括称“饮皆用之,久极益人”。《搜神记》中也记载着晋代已有“丹砂井”的史实。砂锅熬中药,其特效恐怕皆与此有关。

功能性水的开发

设计水的特有共鸣场构造,不仅可以用添加某种物质得到,也可以采用电磁处理、矿化处理的方法得到。因为水是极性分子,对水进行电磁处理成了最简单可行的办法。这种利用物质的固有频率对水进行“Inprit”,即设计的技术,称作共鸣场技术(Resonant field technology)。也有人称之为“活化水设计技术”。

这种对水进行某种信息处理的技术,关键在于如何把信息记忆到水的结构中,以及处理后水结构维持的持续时间和稳定性。往往电磁处理过的水,其活化结构只能保持数十秒到数秒。为了使活化水结构稳定,添加某些微量元素也是方法之一。所谓 π -water便是其中一种。 π -water就是在水中添加了超微量的2价和3价铁盐,以保持活化水结构。

功能化水的重要作用很快引起许多食品机械、电子公司的注意,于是各种活化水发生器、磁化水发生器相继上市。值得一提的是,大多数厂家对这一技术根本就一知半解,只给容器中加个磁铁,或给水龙头上放块磁铁,便拿科学家实验所得的好结果作为广告,宣传贩卖,造成不良后果。据日本某研究所对其国内生产的磁化水、活化水发生器进行的调查,在抽样的68个产品中,真正达到改变水结构,并产生设计效果的只有一个产品。可见对功能化水的正确认识和深入研究还有大量工作要做。

水创造和孕育了生命,水也维持着生物和人类的繁衍和健康,深入地研究水、揭开水的奥秘、发挥水的功能,是世纪之交食品科学的重要课题之一。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第14页)

泄洪消能等几个方面对已有的成果进行了论述,还特别邀请俄罗斯专家木格拉别洛夫和卡干诺夫在会上就原苏联已建成的英古里拱坝和萨扬-舒申斯克拱坝的设计、科研和建设经验进行了详细的介绍。

会议认为,200米以上的高拱坝与较低的拱坝有着本质的区别:低拱坝总体应力水平普遍较低,拉、压应力的储备较大;高拱坝总体应力水平普遍较高,拉、压应力的储备较小,一旦拱坝产生局部开裂,应力重新分布,低拱坝的调整余地较大,因此,整个坝体还会是安全的;而对于高拱坝,由于应力储备较小,就很可能造成应力普遍超限,从而导致坝体的破坏。因此,有必要进行深入、全面的研究。鉴于此,国家自然科学基金委员会工程与材料科学部决定设立“300米级高拱坝的应用基础研究”重点项目是非常必要和及时的。一方面,通过对高拱坝的应用基础研究,可以大大推动水利学科的发展,使我国的高拱坝研究站到世界的前沿;另一方面,也为即

将兴建的小湾和溪洛渡高拱坝解决关键技术难题和设计提供可靠的科学依据。这样瞄准国家目标的研究项目,不仅具有理论意义,而且也富有实际应用价值。

与会专家认为,这项研究最好结合某一工程进行,具体内容应包括:进一步完善高拱坝的设计优化理论和应力分析方法(包括应力控制标准的确定,有限元法的设计准则,可靠度方法的应用,随机理论、断裂力学、损伤力学等的应用);提高拱坝抗震能力和动力分析方法的研究(包括地震动输入问题;泄洪时水流引起的振动与地震的耦合问题等);拱坝周边缝问题的研究(受力状态、分析方法、结构措施等);拱坝的破坏、坝肩稳定与“拱坝上滑”问题研究(包括拱坝坝体与地基作为一个整体的破坏机理);高拱坝的材料强度问题研究(包括如何提高材料的抗拉强度和抗裂能力以及新材料的研究)。

(国家自然科学基金委供稿)