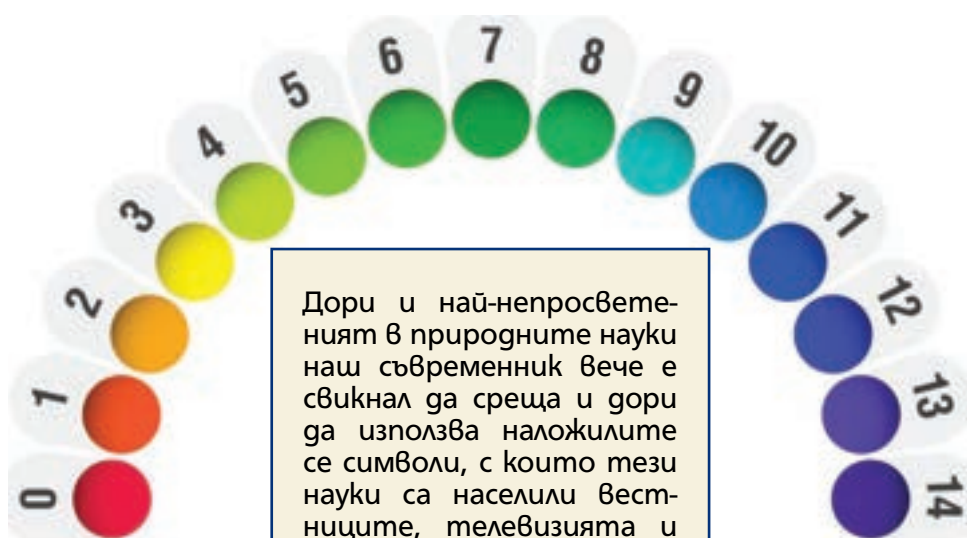


Едно много важно число – водородният показател

150 Години от рождението
на Сьорен Сьоренсен

Евгени Головински



Дори и най-непросветеният в природните науки наш съвременник вече е свикнал да среща и дори да използва наложените се символи, с които тези науки са населили вестниците, телевизията и останалите средства за масово осведомяване. Човек възприема еднозначно без да се замисли буквени съчетания като например ДНК или СПИН. Със същата необмислена лекота нашият съвременник прочита информацията, че „рН на някой разтвор е по-висок от нормалния“.

В общи линии разбира, за какво става дума, но не може да обясни, че рН е „водороден показател“, който дава информация за това, дали една среда е кисела или алкална. Малцина са онези, които ще се сетят, че става дума за „отрицателния десетичен логаритъм от активността на хидроксониевия йон“. Едно число, което е от значение за всички жизнени процеси, за качеството на храните, които поемаме, за качеството на

околната среда, която обитаваме, за нормалното протичане на почти всички технологични процеси, без които нашата цивилизация би била немислима.

Понятието „водороден показател“ е въведено в науката от датския учен **Сьорен Пе-**

тер Лауриц Сьоренсен (Soren Peter Lauritz Sorensen, 1868 – 1939). В своята статия „Върху измерването и значението на концентрацията на водородните йони при ензимни-

те процеси“, публикувана в авторитетното научно списание „Biochemische Zeitschrift“ през 1909 г. Сьоренсен говори за пръв път за водородния показател, който той означава като **Рн** – от думата **Potenz** (на немски), съответно **puissance** (на френски) и **potency** (на английски), като словосъчетанието „водороден показател“ например на френски става „**puissance d’Hydrogen**“. Впоследствие символът Рн бива заменен с **pH**, както се използва и до ден днешен.

Сьорен Сьоренсен е роден в Хауредборг – градче, разположено на най-големия датски остров, Зеланд, на 9 януари 1868 г. През 1882 – 1886 години Сьорен е ученик в град Сорбо, Зеланд. След завършване на гимназиалното си образование Сьоренсен става студент в Копенхагенския университет. Отначало интересите му го завеждат в аудиториите на Медицинския факултет, обаче не след дълго се ориентира към химията. Завършил Университета в Копенхаген, през 1891 г. Сьоренсен отива в Датския технически университет – също в Копенхаген – където започва изследвания по синтеза на неорганични вещества. В тази област, под ръководството на С. П. Йоргенсен (Sorphus Mads Jorgensen) младият Сьорен защитава през 1899 г. докторска дисертация. Наскоро след това Сьорен Сьоренсен се ориентира към постоянно място, където ще вложи професионалните си умения, знания и творчески възможности. Това е Химико-физиологичната лаборатория „Карлсберг“ в Копенхаген. В продължителния период 1901 – 1938 г. той е ръководител на тази престижна, добила международен авторитет лаборатория, която играе решаваща роля за утвърждаването на предприятието за производство на бира Carlsberg.

В лабораторията Сьоренсен развива многостранна и успешна научна дейност. Той провежда важни изследвания върху синтеза на аминокиселини, изучава свойствата на белтъците и ензимите. Тук той разработва и въвежда през 1907 г. оригинален метод за титруване на аминокиселини с помощта на формалдехид в присъстви-



Датският учен Сьоре Сьоренсен е химик и биохимик, станал известен с изследванията си върху аминокиселините, белтъците и водните разтвори на електролитите. Той въвежда понятието „водороден показател“ (pH) и полага основите на рН-метрията. Научната му дейност протича в изследователската лаборатория на фирмата „Карлсберг“

то на калиев хидроксид. Методът става известен под името „Метод за формолно титруване по Сьоренсен“. Научното дело на датския химик и биохимик не е загубило своето значение и до днес. Обаче приносът, който прави Сьоренсен известен като един от „Стоте забележителни химици на 20-тия век“ на Европейската асоциация на химическите и молекулярни науки, е въвеждането на понятието „**Водороден показател - pH**“.

За експерименталното определяне на pH на средата на разтворите Сьоренсен разработва стандартни електрометрични и колориметрични методи. Използването на тези методи, които впоследствие непрекъснато се усъвършенстват позволяват измерването на киселинността на всеки воден разтвор. Въведената от Сьоренсен „**pH-скала**“ обхваща pH-стойности от ки-



pH-скала

селата, неутралната и алкалната област. Киселата област обхваща стойности на pH от 1 до 7, алкалната – от 7 до 14. Разтворът е неутрален, когато стойността на pH отговаря на 7. Киселинността на чистата вода би следвало да отговаря на pH 7, обаче поради наличието на въглероден диоксид в нея, тя е около 5. Разтвореният въглероден диоксид (CO_2), води до образуването на въглеродна киселина, H_2CO_3 , която дисоциира до HCO_3^- и водородни катиони, H^+ .

Дали средата на един воден разтвор е кисела, алкална или неутрална най-лесно може да се определи с помощта на индикатор. Класическият пример на такъв индикатор е **лакмусът**. Знаем, че за „лакмус“ говорим дори в преносен смисъл, когато искаме да подскажем, каква е средата – включително и обществената – в даден конкретен случай. Лакмусът е смес от органични вещества, чиито цвят е различен в зависимост от киселинността на средата. В кисела среда (pH 4,5) лакмусът е червен, а в алкална (pH 8,3) – син. Промяната в цвета се дължи на промяна в химичния строеж на молекулата на веществата в зависимост от наличието на водородни катиони в средата.

Лакмусът е бил познат още на алхимиците. Прочутият лекар и алхимик **Арнолд Де Виланова (Arnoldus de Villanova, ок. 1235 – 1311)** използва лакмуса като химически реактив. Пръв въвежда лакмусови хартийки в лабораторната практика забележителният английски учен – химик, физик и философ – **Робърт Бойл (Robert Boyle, 1627 – 1691)**. Робърт Бойл започва да използва някои химични реакции за разпознаване на различни вещества. Той използва за тази цел също и индикатори, добивани от растения. Пръв

използва лакмусовите хартийки за доказване дали една среда е кисела, алкална или неутрална. Впоследствие се доказва, че подобни свойства имат и много други органични съединения, които могат да се използват като индикатори за определяне киселинността на разтворите. Така, фенолфталеинът при pH 8,2 е безцветен, а при pH 10 е червено-виолетов, метилоранжът при pH 3,1 е червен, при pH 4,4 – жълт, бромтимоловото синьо при pH 6,0 е жълто, а при pH 7,6 – синьо.

Сьоренсен оставя името си в химията и биохимията не само с въвеждането на величината pH и лабораторните техники като pH-метрия, но и с изследванията си върху разтвори, които поддържат постоянно pH.



Най-известният метод за определяне характера на средата на един воден разтвор – дали е кисел, неутрален или алкален – е пробата с лакмусна хартийка

Той е автор на един широко прилаган буфер, наречен „Буфер на Сьоренсен“ (цитратен, фосфатен и боратен разтвори), предлаган от множество фирми, обслужващи експерименталната работа в множество клинични, промишлени и селскостопански лаборатории. Въобще, темата за ролята и значението на рН и на рН-метрията е неделима от темата за буферите.

Въвеждането на методите на рН-метрията в химията, биохимията и другите природни науки допринесе за разбирането на ролята на буферните системи – област, в която Сьоренсен има значителен принос. Поддържането на постоянни стойности на рН е извънредно важно условие за протичането на химичните реакции в разтвор и особено на биологичните процеси. Създаваха се все по-ефективни буферни разтвори и се вникна по-задълбочено в принципите на буферното действие. Като буфери се определят такива разтвори, които имат свойството да поддържат почти постоянни стойности на рН дори при умерено разреждане и при прибавяне на киселини и основи. Използваните в практиката буферни разтвори представляват обикновено смеси от слаби киселини и техни соли или слаби основи и техни соли. Като пример може да се посочи смес на оцетна киселина и натриев ацетат, както и смес от амоняк и амониев хлорид.

Свикнали сме да свързваме имената на известните учени с тяхната дейност като преподаватели във висши училища. Сьоренсен обаче не е бил университетски преподавател, а е прекарал активната част от професионалния си живот в производствена фирма. Нека не забравяме, че много от големите открития и постижения в областта на природните науки са осъществени и продължават да се осъществяват в научните лаборатории на промишлените центрове.

Сьорен Сьоренсен ръководи изследователската лаборатория на фирмата „Карлсберг“ почти до края на живота си – до 1939 г. Неговите приноси за химическата и биохимична наука и практика са отбелязвани по



Всички познати водни разтвори се характеризират с конкретна стойност на водородния си показател. На тази таблица са посочени примери за рН-стойностите на някои биологични обекти и на течности, използвани в ежедневието

мична наука и практика са отбелязвани по достоен начин през 71-годишния му живот. През 1928 г. той е избран за член на Американската академия на изкуствата и науките, през 1937 г. – на авторитетната немска академия „Леополдина“, а през 1938 г. – на Националната Академия на науките. От 1938 до 1939 г. той е президент на Кралската Датска академия на науките. ■

ЛЮБОПИТНО

Най-дълголетното гръбначно животно е... акула



Един от интересните и често дискутирани проблеми от биолозите е и този за дълголетие на различните видове животни. Той е труден за решаване, защото човек не може да експериментира при изследването му, особено при дивите животни, и разчита главно на косвени методи за неговото изучаване. Като много дълголетни между гръбначните животни се посочват най-често костенурките, някои видове риби, орлите между птиците, но почти нищо не се знае за дълголетие при много нисши безгръбначни животни, като например коралите, главоногите, мещестите, червеите и др.

Едно от изненадващите открития за дълголетие на животните през 2017 година бе, че акула е най-дълголетното гръбначно животно на нашата планета. Оказа се, че това е Гренландската акула (Greenland shark), известна и като Сива

акула (Grey shark), чието научно име е *Somniosus microcephalus*. Тя е и една от най-големите акули, порещи студения води на големите северни океани и морета. Обитава дълбоките води на Тихия океан, Северния ледовит океан и по-рядко на северния Атлантически океан. Достига на дължина обикновено до 4 – 6 м., но според някои зоолози са улавяни екземпляри и с дължина 7.3 м. Женските са по-едри, докато мъжките екземпляри имат по-скромни размери. Теглото на възрастните полово зрели екземпляри също е впечатляващо – около 400 – 500 кг.

Гренландската акула обитава студени океански води с температура около 2 – 4 градуса. Единствен случай на проникване в по-южни и топли води е наблюдаван през 2013 г. в района на Мексиканския залив на дълбочина 1749 м., където температурата на водата е била 4.1°C. Максималната дълбочина до която сли-

за в океана е 2200 м., но предпочитаната дълбочина на обитание в северните води е около 1200 м. Гренландската акула е много бавна, може да се каже и ленива в сравнение с останалите познати снес акули. Средната ѝ скорост е само около 1.2 км/час, а най-голямата измерена скорост е 2.6 км/час. Както повечето акули и тя е хищник, който има широка палитра от жертви: от гребни риби, включително гребни акули от собствения вид, до по-едри остатъци от бозайници – тюлени, моржове, даже и полярни мечки, които намира в океана. Няма регистриран досега случай на нападение на човек, поради което се приема за неагресивен вид.

Темпът на нарастване на Гренландската акула също е много бавен. През 1952 г. е бил повторно уловен екземпляр, който е бил улавян, измерван и маркиран още през 1936 г. Сравнението на данните за нарастването му през изминалите 16 години показали, че за 1 година акулата е нараствала само с около 0.5 – 1 см., което е твърде нисък темп за такава едра риба. По-късни изследвания, направени през 2016 – 2017 г. върху 28 акули от датски, норвежки и американски учени, позволили да се установи, че половата зрялост и размножаването на вида започва доста

късно – на около 150 годишна възраст, а животните могат да живеят над 400 години.

През 2017 г. в научните списания бяха оповестени нови данни върху възрастта и дълголетието на Гренландската акула, извършени с помощта на по-съвременни методи чрез анализи на нарастването на очната леща и корнеята и математически модели. В заключение на изследването Д-р Юлиус Ниулсен (Julius Nielsen) от Университета в Копенхаген счита, че данните от проучването убедително доказват, че Гренландската акула е най-дълголетното гръбначно животно, което живее до 512 години! Учените са изследвали и стомашното съдържание на уловените акули, за да изяснят дали наистина те се хранят с остатъци или млади животни от други северни бозайници – тюлени и бели мечки, каквито предположения е имало преди. Такива остатъци в храната действително били установени, но те били толкова рядко и в много ограничени количества и авторите категорично заключават, че е изключено Гренландската акула да нанася някакви значими вреди на популацията на защитените бели мечки в Арктика.

По Science

