

Ing. Ľuboš Harangozo, PhD.
Ing. Radovan Stanovič, PhD.
doc. RNDr. Ing. Tomáš Tóth, PhD.

CHÉMIA VODY

Autori: Ing. Ľuboš Harangozo, PhD. (3,77 AH)
Katedra chémie, FBP, SPU v Nitre

Ing. Radovan Stanovič, PhD. (0,65 AH)
Katedra chémie, FBP, SPU v Nitre

doc. RNDr. Ing. Tomáš Tóth, PhD. (2,05 AH)
Katedra chémie, FBP, SPU v Nitre

Recenzenti: prof. RNDr. Alžbeta Hegedúsová, PhD.
doc. Ing. Melánia Feszterová, PhD.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 20. 9. 2019
ako skriptá pre študentov SPU.

©Ľuboš Harangozo, Radovan Stanovič, Tomáš Tóth, Nitra 2019

ISBN 978-80-552-2048-2

Predkladané skriptá „Chémia vody“ sú určené poslucháčom III. ročníka všetkých bakalárskych študijných programov Fakulty biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre. Učebný text vychádza zo schválených osnov predmetu Chémia vody a je určený na získanie a rozšírenie teoretických poznatkov z danej oblasti odprezentovaných na prednáškach. Skriptá sú rozdelené do 6 hlavných kapitol. Prvá kapitola skrípt je venovaná vode jej štruktúre, ako i popísaniu základných fyzikálno-chemických vlastností vody. V druhej kapitole sú popísané zdroje vody a delenie vôd. V tretej kapitole sú popísané chemické a mikrobiologické ukazovatele kvality vôd. V štvrtej kapitole skrípt je popísaná čistenie vody a úprava vôd. V piatej kapitole skrípt sú popísané odpadové vody a čistiarne odpadových vôd. V šiestej kapitole sú popísané vybrané metodiky analýz vzoriek vôd.

Autorský kolektív ďakuje oponentom za cenné pripomienky k vypracovaným učebným textom.

Autori

ÚVOD

Voda je neoddeliteľnou podmienkou života na Zemi. Tvorí hydrosféru, je podstatnou zložkou biosféry a zároveň je súčasťou ostatných geosfér planéty Zem. Voda je nielen životne dôležitým ekologickým a ekonomickým zdrojom, ale aj základnou charakteristikou prírodnej krajiny. Významnou špecifickou vlastnosťou je jej obnoviteľnosť, ktorá je podmienená obehom vody v prírode. Prítomnosť tekutej vody na Zemi je kľúčová pre vývoj života na našej planéte a tepelná kapacita oceánov bola a stále je dôležitá pre udržanie relatívne stabilnej teploty tejto planéty.

Voda je najrozšírenejšou zlúčeninou na Zemi. V podobe ľadu a tekutiny pokrýva 70 % zemského povrchu, čo predstavuje 369 miliónov kilometrov štvorcových. Zapĺňa každú živú bunku a tvorí asi tri štvrtiny nášho tela. Hrá dôležitú úlohu v obrovskej škále fyzikálnych a chemických procesov – od varenia až po výrobu jadrovej energie. Je to jedna z najnevyhnutnejších zložiek života organizmov. Vyskytuje sa v troch skupenstvách – kvapalnom, pevnom a plynnom.

Voda na povrchu Zeme je v neustálom pohybe (presnejšie nielen v pohybe, ale aj v prechodoch z jedného skupenstva do druhého). Tento pohyb je riadený tepelnou energiou dopadajúcou zo Slnka, gravitáciou a reliéfom Zeme. Začína sa ohriatím a následným odparením vody z povrchu Zeme, príp. oceánu. vodné pary sa v atmosfére koncentrujú do podoby oblakov, ktoré sú unášané vzdušnými prúdmi. Pri poklese teploty začnú vodné pary kondenzovať a v podobe kvapiek (alebo snehu) dopadajú späť na povrch (či už na pevninu, alebo naspäť do oceánu).

Väčšinou považujeme vodu za samozrejmosť. Otočiac kohútikom alebo stojac pod sprchou jednoducho očakávame dostatočné množstvo vody. Len počas horúcich letných dní ju azda vieme oceniť. Vo vyspelých krajinách každý človek používa okolo 180 l vody denne. V niektorých častiach Afriky však musia ľudia prežiť aj s menej ako 10 l vody denne. Väčšina ľudí ale nedoceňuje denný príjem a potrebu vody.

8. OBSAH

ÚVOD	4
1. ŠTRUKTÚRA VODY	5
1.1 Senzorické vlastnosti vody	6
1.2 Fyzikálno-chemické vlastnosti vody	7
1.2.1 Hustota	9
1.2.2 Konduktivita – vodivosť	10
1.2.3 Merná tepelná kapacita	10
1.2.4 Povrchové napätie	11
1.3 Rozpustnosť látok vo vode	11
1.3.1 Roztoky plynov v kvapalinách	13
1.4 Koligatívne vlastnosti	16
1.4.1 Zníženie tlaku nasýtených pár rozpúšťadla nad roztokom a Raultov zákon	16
1.4.2 Zníženie teploty tuhnutia a zvýšenie teploty varu roztokov	17
1.5 Autoprotolýza vody	20
2. ZDROJE VODY A DRUHY VÔD	24
2.1 Atmosférické vody	24
2.2 Povrchové vody	27
2.3 Podzemné vody	28
2.4 Minerálne vody	29
2.5 Morská voda	31
2.6 Pitná voda	32
2.6.1 Pitná voda a legislatíva	33
2.7 Úžitková voda	34
2.8 Odpadová voda	35
2.9 Význam a funkcie vody	35
3. UKAZOVATELE KVALITY VÔD	37
3.1 Anorganické látky	37
3.1.1 Draslík a sodík	37
3.1.2 Vápnik a Horčík	38
3.1.3 Mangán a železo	41
3.1.4 Meď a zinok	42
3.1.5 Chróm a nikel	43
3.1.6 Kadmium	44
3.1.7 Olovo	45
3.1.8 Ortuť	46
3.1.9 Kyanidy	47
3.1.10 Zlúčeniny chlóru	47
3.1.11 Zlúčeniny fluóru	48
3.1.12 Zlúčeniny brómu	49
3.1.13 Zlúčeniny uhlíka	50
3.1.14 Zlúčeniny dusíka	50
3.1.15 Zlúčeniny síry	52

3.1.16 Zlúčeniny fosforu	53
3.1.17 Rádioaktívne látky	53
3.2. Organické látky vo vode	54
3.2.1 Chemická a biochemická spotreba kyslíka	55
3.2.2 Organické uhľovodíky a halogénderiváty	57
3.2.3 Fenoly a fenolické zlúčeniny	58
3.2.4 Humínové látky	59
3.2.5 Tenzidy a detergenty	60
3.2.6 Pesticídy	61
3.3. Mikrobiologické ukazovatele	63
3.3.1 Charakteristika vybraných mikrobiologických ukazovateľov kvality pitnej vody	63
3.3.2 Riasy, Sinice a prvoky	65
3.4. Eutrofizácia	66
3.4.1. Príčiny eutrofizácie	66
3.4.2. Hlavné následky eutrofizácie	67
3.4.3. Účinky eutrofizácie	67
4. ČISTENIE A ÚPARAVA VÔD	69
4.1 Mechanická úprava vody	69
4.1.1. Mikrofiltrácia	69
4.1.2. Reverzná osmóza	70
4.1.3. Aktívny uhlík (Absorpcia)	70
4.2 Chemická úprava vody	71
4.2.1 Čírenie vody	71
4.2.2 Odstraňovanie železa a mangánu	71
4.2.3 Zmäkčovanie vody	72
4.2.4 Dezinfekcia	72
4.2.5 Čistenie UV svetlom	74
4.3 Úpravovňa vody	74
5. ODPADOVÉ VODY	75
5.1. Delenie odpadových vôd	76
5.2. Čistiarne odpadových vôd	76
5.2.1 Čistenie odpadových vôd	76
5.2.1.1. Mechanické čistenie	77
5.2.1.2. Biologické čistenie	77
5.2.1.3 Chemické čistenie	79
5.3 Kalový plyn	80
5.4 Výroba elektrickej energie a tepla	81
5.5 Domáce ČOV	81
6. VYBRANÉ ANALYTICKÉ METÓDY	83
6.1 Stanovenie síranov vo forme síranu bárnateho	83
6.2 Stanovenie chloridov podľa Mohra	84
6.3 Stanovenie Ca a Mg v pitnej vode (stanovenie tvrdosti vody)	85
6.4 Stanovenie chemickej spotreby kyslíka CHSK (Kubelova metóda)	86
6.5 Stanovenie dusičnanov v pitnej vode	87

6.6 Stanovenie makroelementov a mikroelementov v pitnej vode	88
7. LITERATÚRA	89
8. OBSAH	91

Autori	Ing. Ľuboš Harangozo, PhD. Ing. Radovan Stanovič, PhD. doc. RNDr. Ing. Tomáš Tóth, PhD.
Názov	CHÉMIA VODY
Určené	Pre študentov SPU
Vydavateľ	Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Vydanie	Prvé
Vytlačené	September 2019
Náklad	100 kusov
Počet strán	93
AH-VH	6,47-6,64
Tlač	Vydavateľstvo SPU v Nitre
ISBN 978-80-552-2048-2	Cena 4,20 €

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo vydavateľstve.
Za odbornú náplň vydania zodpovedajú autori.

