

# Graveco de proteinadsorbado al surfacoj

VERONIKA POÓR

---

Proteinoj estas gravaj eroj de la vivantaj organizoj. Ili estas ĉiuj konstruitaj de L-amino acidoj, tamen iliaj funkcioj tre varias en la organizoj. Ili estas relative stabilaj, sed povas malstabiligi kaj sekve denaturigi pro diversaj cirkonstancoj. El tiuj cirkonstancoj pluraj faktoroj estas jam bone konataj, tamen la efiko de surfaco estas daŭre multe esplorata. Proteinoj ofte adsorbiĝas al surfacoj, kaŭzante plurajn problemojn, aŭ male, solvojn. Tial bona kontrolo de proteinadsorbado al surfacoj estas ege bezonata.

---

## 1 Enkonduko

Por preparoli la efikojn de proteinadsorbado, unue mi enkondukas la terminon “proteino” kaj poste mi prezentas faktojn por surbustreki la gravecon de proteinadsorbado. En estontaj artikoloj mi planas doni trarigardon de la teoriaj kaj eksperimentaj konoj pri proteinadsorbado, sed en tiu-ĉi artikolo la temo limiĝas al la prezento de proteinoj kaj la kialoj de indeco esplori pri la adsorbado de proteinoj al diversaj surfacoj.

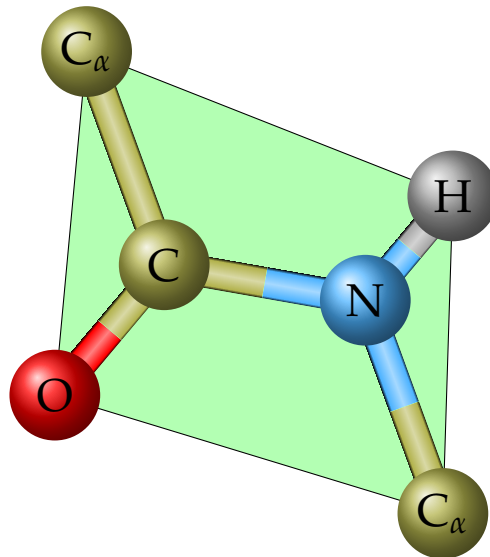
## 2 Proteinoj

Proteinoj estas unu el la nemalhaveblaj konstrueroj de la vivantaj organizoj, kaj tion montras ankaŭ ilia nomo. La termino “proteino” devenas de la greka vorto “proteinis” kio havas la signifon “unuaranga graveco”. La nederlanda kemisto Gerardus J. Mulder, kiu donis la nomon al tiuj substancoj en 1838, tiel komentis sian decidon:

“Estas iu substanco en plantoj kaj bestoj, kiu... sendube estas la plej grava el la konataj substancoj en la vivanta materialo, kaj sen kio, vivo ne povus esti ebla sur nia planedo. Tiu materialo estas nomita Proteino.” [2]

Malgraŭ ke nomoj donitaj sen kompreno de la naturaj leĝoj kaŭzantaj la priskribitan fenomenon estas ofte eraraj, en tiu-ĉi kazo la vorto elektita de Mulder taŭge priskribas la gravecon de proteinoj. Proteinoj partoprenas en preskaŭ ĉio okazanta en vivanta organizo, pro tio lerni kiel ili funkcias estas kerna.

Proteinoj estas ege variaj laŭ funkcioj, fizikaj proprecoj kaj grandecoj, tamen, ili havas la komunan trajton ke ili ĉiuj estas kopolimer ĉenoj de L-amino acidoj. Tiuj ĉenoj estas kreitaj pere de kovalentaj peptidaj ligoj inter la karboksila kaj la amina grupo de la aminoacidoj (Bildo 1.). La aminoacidoj estas distingitaj laŭ iliaj flankĉenoj, kiuj varias laŭ la formo, grandeco, hidrofobio, ŝargo kaj kapablo al krei hidrogenajn ligojn [7].



**Bildo 1:** Sur la bildo videblas la kovalenta peptida ligo. La karbonatomo (C) de unu proteino ligiĝas kun la nitrogenatomo (N) de la alia proteino. Notindas, ke la hidrogenatomo (H) kaj la oksigenatomo (O) estas ofte laŭeble plej malproksime unu de la alia (trans).  $C_{\alpha}$  signifas la reston de la aminoacido(j) [1].

Tiuj linearaj ĉenoj faldiĝas tiel, ke la proteino ekhavas tridimensian strukturon. La tridimensiaj strukturoj povas esti kuntenitaj pere de kovalentaj, nepeptidaj ligoj donante al la strukturo de proteinoj kvaran nivelon.

Ŝanĝoj ene de proteinoj ofte gvidas al misfunkcio de la organizo, tial, la kompreno kaj kontrolo de ŝanĝoj kaj kaŭzoj de ŝanĝoj havas signifan gravecon. Proteinoj estas stabilaj sub granda vario de kondiĉoj, tamen, ekstremaj temperaturoj, pH-valuoj aŭ aldono de certaj komponentoj povas malstabiligi ilin. Aldone al tiuj trajtoj, estas konata ke proteinoj preferas adsorbiĝi al surfacoj [4]. Tamen, la efikoj de surfacoj ne estas tiom memevidentaj kiel la antaŭe menciitaj faktoroj.

### 3 Adsorbado de proteinoj

Adsorbado de proteinoj al variaj surfacoj ofte kaŭzas ilian denaturadon, kio, kiam okazas en vivanta organizo ofte kaŭzas malsanojn, aliflanke pluraj studoj taksas la proteinadsorbado kiel kernan paŝon en la kreado de la vivo [6]. Krome, kontrolo de proteinadsorbado povus gvidi al plia evoluo de nanoteĥnologio kaj pligrandigus la fideblecon de iloj, ĉar unuflanke organizitaj nanostrukturoj povas esti atingitaj uzante proteinojn kaj aliflanke la adsorbado de proteinoj povas malaltigi la funkcidaŭron kaj fideblecon de la iloj.

Plue, la kompreno de la interagoj inter la proteinoj kaj surfacoj helpas evolui pli bonajn kristaliz- kaj purigteknikojn de proteinoj (tiuj teknikoj estas ekzemple bezonataj por ekkoni la detalan strukturon de proteinoj) kaj povas gvidi al pli profunda kompreno de la kreado de la vivo [6]. Aldone, kelkaj teknologiaj aplikaĵoj bezonas du-

dimensiajn proteinfilmojn, kiuj povas esti kreitaj tra kontrolita protein-adsorbado [3, 8, 12, 5, 13, 11]. Ke proteinoj estas ofte plimultnombraj ĉe la interfacoj [1] povas esti utila en variaj naturaj kaj sintetikaj procezoj, kiel la kreado de la vivo aŭ la stabiligado de la mikroemulzioj. Tamen, la sama efiko povas esti danĝera, ekzemple la misfunkcio de artefarita reno aŭ la kreiĝo de koagulaĵo okazas pro protein-adsorbado al sangocirkul-enplantajmaterioj.

Kromaj ekzemploj de la nevolata proteinadsorbado estas la plenigado per proteinoj de varmotransdoniloj, de la membranoj por ultrafiltrado kaj aliaj iloj kiuj estas en kontaktoj kun proteinoj [10].

Kontrolita proteinadsorbado ne nur helpus en la supre detaligitaj kazoj, sed povus ankaŭ plifaciligi la proteinpurigadan procezon kaj la kreadon de ordigitaj proteintavoloj. Tiuj-ĉi ordigitaj protein-tavoloj povus gvidi al pli facila proteinkristaligado aŭ servi kiel ŝablono por estontaj nanotubsintezoj [9]. Tial studado kaj kompreno de interagoj inter proteinoj kaj surfacoj havas grandegan gravecon.

## 4 Konkludo

Nuntempe nekontrolita proteinadsorbado kaŭzas multajn problemojn en fakoj kiel ekzemple nanoteĥnologio, medicino kaj proteinscienco. Pro tio, kaj pro la graveco de proteinoj por la vivo, la kompreno de interagoj inter proteinoj kaj surfacoj estas tre esplorinda.

## Pri la aŭtoro

Veronika Poór doktoriĝis ĉe la Universitato de Bristol, Unuiĝinta Reĝlando, en 2012. Antaŭ tio ŝi esploris en Hungario, Pollando kaj Germanio en diversaj universitatoj kaj esplorinstitutoj. En la Esperanto-movado ŝi volontulas por Muzaiko, estas konsiliano de UEA kaj estas estrarano de TEJO pri homaj rimedoj, aktivula trejnado kaj scienca kaj faka agado.

## Literaturo

- [1] URL: [http://cnx.org/content/m11624/latest/peptide\\_with\\_plane.png](http://cnx.org/content/m11624/latest/peptide_with_plane.png).
- [2] F. B. Armstrong. *Biochemistry*. Oxford University Press, 1989.
- [3] F Caruso, Furlong D. N. kaj Kingshott P. "Characterization of Ferritin Adsorption onto Gold". En: *Journal of Colloid and Interface Science* 186.1 (1997), p. 129–140. DOI: [10.1006/jcis.1996.4625](https://doi.org/10.1006/jcis.1996.4625).
- [4] A. M. Cole k.a. "Stimuli-responsive interfaces and systems for the control of protein–surface and cell–surface interactions". En: *Biomaterials* 30.9 (2009), p. 1827–1850. DOI: [10.1016/j.biomaterials.2008.12.026](https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2008.12.026).

- [5] E. Ferapontova kaj Domínguez E. "Adsorption of differently charged forms of horseradish peroxidase on metal electrodes of different nature: effect of surface charges". En: *Bioelectrochemistry* 55.1–2 (2002). Extended Abstracts of the {XVIth} International Symposium on Bioelectrochemistry and Bioenergetics Part 1, p. 127–130. ISSN: 1567-5394. DOI: [10.1016/S1567-5394\(01\)00155-4](https://doi.org/10.1016/S1567-5394(01)00155-4).
- [6] T. Furuno, H. Sasabe kaj K. M. Ulmer. "Binding of ferritin molecules to a charged polypeptide layer of poly-1-benzyl-L-histidine". En: *Thin Solid Films* 180.1–2 (1989), p. 23–30. DOI: [10.1016/0040-6090\(89\)90050-3](https://doi.org/10.1016/0040-6090(89)90050-3).
- [7] C. A. Haynes kaj W. Norde. "Structures and Stabilities of Adsorbed Proteins". En: *Journal of Colloid and Interface Science* 169.2 (1995), p. 313–328. DOI: [10.1006/jcis.1995.1039](https://doi.org/10.1006/jcis.1995.1039).
- [8] A. G. Hemmersam k.a. "pH-Dependent Adsorption and Conformational Change of Ferritin Studied on Metal Oxide Surfaces by a Combination of QCM-D and AFM". En: *The Journal of Physical Chemistry C* 112.11 (2008), p. 4180–4186. DOI: [10.1021/jp072413t](https://doi.org/10.1021/jp072413t).
- [9] S. Kumagai k.a. "Position-Controlled Vertical Growths of Individual Carbon Nanotubes Using a Cage-Shaped Protein". En: *Applied Physics Express* 3.1 (2010), p. 015101. DOI: [10.1143/APEX.3.015101](https://doi.org/10.1143/APEX.3.015101).
- [10] J. R. Lu. "Neutron Scattering in Biology – Techniques and Applications". En: Eld. de J. Fitter, T. Gutberlet kaj J. Katsaras. Springer, 2006. Ĉap. Protein adsorption and interactions at interfaces, p. 13.
- [11] M. J. Mura-Galelli k.a. "Adsorption/desorption of human serum albumin on hydroxyapatite: a critical analysis of the Langmuir model." En: 88.13 (1991), p. 5557–5561. DOI: [10.1073/pnas.88.13.5557](https://doi.org/10.1073/pnas.88.13.5557).
- [12] K. Uto k.a. "Electrostatic adsorption of ferritin, proteins and nanoparticle conjugate onto the surface of polyelectrolyte multilayers". En: *J. Mater. Chem.* 18 (32 2008), p. 3876–3884. DOI: [10.1039/B807178K](https://doi.org/10.1039/B807178K).
- [13] P. R. Van Tassel, P. Viot kaj G. Tarjus. "A kinetic model of partially reversible protein adsorption". En: *The Journal of Chemical Physics* 106.2 (1997), p. 761–770. DOI: [10.1063/1.473164](https://doi.org/10.1063/1.473164).